

PowerQ4 und PowerQ4 Plus
MI 2592 und MI 2792
Bedienungsanleitung
Version 1.0, Code Nr. 20 751 918



Lieferant:

Hersteller:

METREL d.d.
Ljubljanska cesta 77
1354 Horjul
Slowenien

Website: http://www.metrel.de
E-Mail: metrel@metrel.de


Die Marke auf Ihrem Gerät stellt sicher, dass das Gerät die Anforderungen der EU (Europäische Union) hinsichtlich der Sicherheit und Störungsfreiheit von Geräten erfüllt

1 Einführung

PowerQ4 und PowerQ4 Plus sind multifunktionale Handheld-Messgeräte für hochwertige Strommessungen und Energieeffizienz-Messungen.



Abbildung 1.1: Messgerät PowerQ4 / PowerQ4 Plus

1.1 Hauptleistungsmerkmale

- 4 Spannungskanäle mit großem Messbereich: 0 ÷ 1000 Vrms, CAT III / 1000 V.
- 4 Stromkanäle mit Unterstützung für automatische Stromzangenentdeckung und Messbereichswahl am Instrument[1].
- Erfüllt die Anforderungen der Netzqualitätsstandards IEC 61000-4-30 Klasse S/A. Vordefiniertes Recorderprofil für Analysen nach EN 50160.
- Leistungsmessung erfüllt Anforderungen von IEC 61557-12 und IEEE 1448.
- 8 Kanäle gleichzeitig - 16-Bit-AD-Wandlung zur genauen Leistungsmessung (minimaler Phasenverschiebungsfehler).
- Einfache Bedienung und leistungsfähige Aufzeichnungsfunktionen mit 8 MByte Speicher sowie der Möglichkeit, 524 unterschiedliche Netzqualitätssignaturen aufzuzeichnen.
- Messen und Aufzeichnen von Interharmonischen und Netzsignalen[2].

[1] nur in Verbindung mit Metrel "Smart Clamps"
[2] nur PowerQ4 Plus

- Digitales Thermometer zur Temperaturmessung.[1]
- Leistungsstarke Fehlerbehebungs-Tools: Recorder für Transienten[1], Einschaltspitzen / schnell und Wellenform[1].
- Erfassen von Spannungsereignissen und benutzerdefinierten Alarmen.
- 15 Stunden Batteriebetrieb.
- Die **PowerView v2.0**-PC-Software bietet alle Möglichkeiten, Messdaten auf einfache Weise auszulesen, zu analysieren und zu drucken.
  - Der PowerView v2.0 Analyzer bietet eine einfache und dennoch leistungsfähige Schnittstelle, um Instrumentendaten zu übertragen und schnell eine intuitive und aussagekräftige Analyse durchzuführen. Die Schnittstelle bietet zur schnellen Auswahl der Daten eine dem Windows Explorer nachempfundene Baumstruktur.
  - Der Anwender kann die aufgezeichneten Daten auf einfache Weise herunterladen und für jeden Standort und die zugehörigen untergeordneten Standorte getrennt organisieren.
  - Für Ihre Netzqualitätsdatenanalyse können Sie Diagramme, Tabellen und Graphen und professionelle Berichte erstellen und ausdrucken.
  - Zur weiteren Analyse können Sie Daten für andere Anwendungen exportieren bzw. kopieren und einfügen (z. B. für Tabellenkalkulationsprogramme).
  - Zahlreiche Datenaufzeichnungen können zugleich angezeigt und analysiert werden. Es können unterschiedliche Datenprotokolle in einer Messung zusammengeführt werden, mit verschiedenen Instrumenten aufgezeichnete Daten zeitversetzt synchronisiert werden, aufgezeichnete Daten in verschiedene Messungen aufgesplittet werden und es können die interessantesten Daten extrahiert werden.

1.2 Sicherheitshinweise

Um die Sicherheit der Bedienperson bei der Verwendung des PowerQ4- / PowerQ4 Plus-Instruments zu gewährleisten und um das Beschädigungsrisiko für das Instrument zu minimieren, beachten Sie bitte die folgenden Warnungen:

 **Das Instrument wurde für maximale Bedienersicherheit konzipiert. Nicht bestimmungsgemäße Verwendung des Instruments erhöht die Verletzungsgefahr für die Bedienperson!**

 **Das Instrument bzw. das zugehörige Zubehör niemals verwenden, wenn es einen sichtbare Beschädigung aufweist!**

 **Das Instrument verfügt über keine vom Bediener zu wartenden Teile. Nur ein Vertragshändler darf Wartungs- oder Anpassungsarbeiten durchführen!**

 **Alle normalen Sicherheitsmaßnahmen müssen ergriffen werden, um einen Stromschlag an elektrischen Anlagen zu vermeiden!**

 **Es darf nur zugelassenes, bei Ihrem Lieferanten erhältliches Zubehör verwendet werden!**

[1] nur PowerQ4 Plus



Das Instrument enthält wiederaufladbare NiMh-Batterien. Die Batterien müssen durch Batterien des gleichen Typs ersetzt werden. Die Batterietypangabe finden Sie auf dem Etikett im Batteriefach oder in diesem Handbuch. Explosionsgefahr: Keine Standardbatterien verwenden, wenn das Instrument am Netzteil bzw. das Batterieladegerät angeschlossen ist, da die Batterien explodieren können!



Im Inneren des Geräts bestehen gefährliche Spannungen. Entfernen Sie alle Messleitungen, entfernen Sie das Kabel der Stromversorgung und schalten Sie das Instrument aus, bevor Sie die Abdeckung des Batteriefachs abnehmen.



Bei hohen Umgebungstemperaturen (> 40 °C) kann die Batteriefachschraube die maximal zulässige Temperatur für das Metallteil des Griffs überschreiten. Bei derartigen Umgebungsbedingungen wird empfohlen, die Batterieabdeckung nicht während des Ladevorgangs oder unmittelbar nach dem Laden zu berühren.



Die Maximalspannung zwischen jedem Phasen- und Nullleitereingang beträgt 1000 V_{RMS}. Die Maximalspannung zwischen den Phasen beträgt 1730 V_{RMS}.



Nicht verwendete Spannungseingänge (L1, L2, L3, GND) stets mit dem Nullleitereingang (N) kurzschließen, um Messfehler und falsch ausgelöste Ereignisse aufgrund von Kopplungsrauschen zu vermeiden.

1.3 Anwendbare Standards / Normen

Die Instrumente der Modellreihe PowerQ4 / PowerQ4 Plus wurden in Übereinstimmung mit den folgenden Normen bzw. Standards konzipiert und geprüft:

Elektromagnetische Kompatibilität (EMC)	
EN 61326-2-2: 2006	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte. • Emission: Geräteklasse A (für den industriellen Einsatz) • Störfestigkeit beim Betrieb des Geräts in Industrieumgebungen
Sicherheit (LVD)	
EN 61010-1:2001	Sicherheitsanforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte
Messverfahren	
IEC 61000-4-30: 2008 Klasse S	Prüf- und Messverfahren – Netzqualitätsmessverfahren
IEC 61557-12:2007	Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 12: Kombinierte Geräte zur Messung und Überwachung des Betriebsverhaltens (PMD)
IEC 61000-4-7: 2002 + A1: 2008 Klasse II	Allgemeiner Leitfaden für Verfahren und Geräte zur Messung von Oberschwingungen und Zwischenharmonischen in Stromversorgungsnetzen und angeschlossenen Geräten
IEC 61000-4-15: 2010	Prüf- und Messverfahren; Flickermeter; Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikation
EN 50160: 2010	Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen

Anmerkung zu EN und IEC-Normen:

Der Text dieses Handbuchs enthält Referenzen auf europäische Normen. Alle Normen der Reihe EN 6XXXX (z. B. EN 61010) entsprechen den jeweiligen IEC-Normen mit derselben Nummer (z. B. IEC 61010); sie unterscheiden sich lediglich in den aufgrund der europäischen Harmonisierungsverfahren modifizierten Teilen.

1.4 Abkürzungen

In diesem Dokument werden die folgenden Symbole und Abkürzungen verwendet:

Cf_I — Strom-Crest-Faktor, einschließlich Cf_{Ip} (Strom-Scheitelfaktor der Phase p) und Cf_{IN} (Strom-Scheitelfaktor des Neutralleiters). Definition, s. 5.1.3.

Cf_U — Spannungs-Crest-Faktor, einschließlich Cf_{Upg} (Spannungs-Scheitelfaktor von Phase p zu Phase g) und Cf_{Up} (Spannungs-Scheitelfaktor des Neutralleiters). Definition, s. 5.1.2.

Cosφ, *DPF* — Verschiebungsfaktor (DPF) einschließlich Cosφ_p / DPF_p (Verschiebungsfaktor der Phase p). Definition, s. 5.1.5 und 5.1.6.

eP^+, eP^- — Wirkenergie einschließlich eP_p (Energie der Phase p) und eP_{tot} (Gesamtenergie). Ein Minuszeichen bedeutet erzeugte und ein Pluszeichen verbrauchte Energie. Definition, s. 5.1.7.

eQ^{i+}, eQ^{c+}, eQ^{i-}, eQ^{c-} — Blindleistung inklusive eQ_p (Energie der Phase p) und eQ_{tot} (Gesamtenergie). Ein Minuszeichen bedeutet erzeugte und ein Pluszeichen verbrauchte Energie. Induktive Blindleistung wird mit dem Buchstaben "i" und kapazitive Blindleistung mit dem "c" gekennzeichnet. Definition, s. 5.1.7.

eS^+, eS^- — Scheinenergie. Ein Minuszeichen bedeutet erzeugte und ein Pluszeichen verbrauchte Energie. Definition, s. 5.1.7.

f, freq — Frequenz, einschließlich $freq_{U12}$ (Frequenz der Spannung an U_{12}), $freq_{U1}$ (Frequenz der Spannung an U_1 und $freq_{I1}$ (Frequenz des Stroms an I_1). Definition, s. 5.1.4.

i^- — Negativsequenzstrom-Verhältnis (%). Definition, s. 5.1.11.

i^0 — Nullsequenzstrom-Verhältnis (%). Definition, s. 5.1.11.

I^+ — Positivsequenz-Stromkomponente an Dreiphasensystemen. Definition, s. 5.1.11.

I^- — Negativsequenz-Stromkomponente an Dreiphasensystemen. Definition, s. 5.1.11.

I^0 — Nullsequenz-Stromkomponenten an Dreiphasensystemen. Definition, s. 5.1.11.

$I_{½eff}$ — Über jede Halbwelle gemessener Effektivstrom, einschließlich $I_{p½eff}$ (Strom der Phase p), $I_{N½eff}$ ([RMS-] Effektivstrom des Neutralleiters)

I_{Fnd} — (RMS-) Effektivwert des Grundstroms Ih_1 (der 1. Oberwelle),einschließlich I_{pFnd} ([RMS-] Effektivwert des Grundstroms der Phase p) sowie I_{NFnd} ([RMS-] Effektivwert des Grundstroms des Nullleiters). Definition, s. 5.1.8.

Ih_n	n. Komponente des Oberwellen-Effektivstroms einschließlich I_ph_n (n. Komponente des Oberwellen-Effektivstroms der Phase P) und I_Nh_n (n. Komponente des Oberwellen-Effektivstroms des Nullleiters). Definition, s. 5.1.8.
Iih_n	n. Komponente des Interharmonische-Effektivstroms einschließlich I_pih_n (n. Komponente des Interharmonische-Effektivstroms der Phase P) und I_Nh_n (n. Komponente des Interharmonische-Effektivstroms des Nullleiters). Definition, s. 5.1.8.
I_{nom}	Nennstrom. Strom des Stromzangensensors für 1 Vrms ff am Ausgang
I_{Pk}	Spitzenstrom, einschließlich I_{pPk} (Strom der Phase p) einschließlich I_{NPk} (Scheitelstrom des Neutralleiters)
I_{Rms}	(RMS-) Effektivstrom, einschließlich I_{pRms} (Strom der Phase), I_{NRms} ([RMS-] Effektivstrom des Neutralleiters). Definition, s. 5.1.3.
$\pm P, P^+, P^-$	Wirkleistung einschließlich P_p (Wirkleistung Phase p) und P_{tot} (Gesamtwirkleistung). Ein Minuszeichen bedeutet erzeugte Leistung und kein Zeichen verbrauchte Leistung. Definition, s. 5.1.5 und 5.1.6.
p, pg	Indizes. Anmerkung für Parameter der Phase p: [1, 2, 3] oder Phase-zu-Phase pg: [12, 23, 31]
$PF, PF^{i+}, PF^{c+}, PF^{i-}, PF^{c-}$	Power Factor (Leitungsfaktor) einschließlich PF_p (PF-Vektor Phase) und PF_{tot} (Summe PF-Vektor). Ein Minuszeichen bedeutet erzeugte und ein Pluszeichen verbrauchte Leistung. Der induktive Leistungsfaktor wird mit dem Buchstaben "i" und der kapazitive Leistungsfaktor mit dem Buchstaben "c" gekennzeichnet. Hinweis: PF = Cos φ wenn keine oberen Harmonischen vorliegen. Definition, s. 5.1.5 und 5.1.6.
P_{lt}	Langfristiges Flickern (2 Stunden) einschließlich P_{ltpg} (langfristiges Spannungsflickern der Phase p zur Phase g) und P_{ltp} (langfristiges Spannungsflickern der Phase p zum Neutralleiter). Definition, s. 5.1.9.
P_{st}	Kurzfristiges Flickern (10 Minuten) einschließlich P_{stpg} (kurzfristiges Spannungsflickern der Phase p zur Phase g) und P_{stp} (kurzfristiges Spannungsflickern der Phase p zum Neutralleiter). Definition, s. 5.1.9.
P_{st1min}	Kurzfristiges Flickern (1 Minute) einschließlich $P_{st1minpg}$ (kurzfristiges Spannungsflickern der Phase p zur Phase g) und $P_{st1minp}$ (kurzfristiges Spannungsflickern der Phase p zum Neutralleiter). Definition, s. 5.1.9.
$\pm Q, Q^{i+}, Q^{c+}, Q^{i-}, Q^{c-}$	Blindleistung einschließlich P_p (Blindleistung Phase p) und P_{tot} (Gesamtblindleistung). Ein Minuszeichen bedeutet erzeugte und ein Pluszeichen verbrauchte Leistung. Induktive Blindleistung wird mit dem Buchstaben "i" und kapazitive Blindleistung mit dem "c" gekennzeichnet. Definition, s. 5.1.5 und 5.1.6.
S, S^+, S^-	Scheinleistung einschließlich S_p (Scheinleistung Phase p) und S_{tot} (Gesamtscheinleistung). Definition, s. 5.1.5 und 5.1.6. Das Minuszeichen bedeutet Scheinleistung während der Generation und das Pluszeichen weist auf Scheinleistung während des Verbrauchs hin. Definition, s. 5.1.5 und 5.1.6.

THD_I	Gesamtklirrfaktor (THD) des Stroms am Grundstrom, einschließlich THD_{Ip} (THD des Stroms Phase p) und THD_{IN} (THD des Stroms am Neutralleiter). Definition, s. 5.1.8.
THD_U	Gesamtklirrfaktor (THD) der Spannung an der Grundspannung, einschließlich THD_{Upg} (THD der Spannung Phase p zu Phase g) und THD_{Up} (THD der Spannung Phase p zu Neutralleiter). Definition, s. 5.1.11.
u^-	Negativsequenz-Spannungsverhältnis (%). Definition, s. 5.1.11.
u^0	Nullsequenz-Spannungsverhältnis (%). Definition, s. 5.1.11.
U, U_{Rms}	(RMS-) Effektivspannung, einschließlich U_{pg} (Spannung Phase p zu Phase g) und U_p (Phase p zu Nullleiter). Definition, s. 5.1.2.
U^+	Positivsequenz-Spannungskomponente an Dreiphasensystemen. Definition, s. 5.1.11.
U^-	Negativsequenz-Spannungskomponente an Dreiphasensystemen. Definition, s. 5.1.11.
U^0	Nullsequenz-Spannungskomponente an Dreiphasensystemen. Definition, s. 5.1.11.
U_{Dip}	Minimale Spannung $U_{Rms(1/2)}$ während des Auftretens eines Spannungsabfalls
U_{Fnd}	(RMS-) Effektiver Mittelwert der Spannung (Effektivspannung) (Uh_1 an 1. Oberwelle), einschließlich U_{pgFnd} (Effektivspannung Phase p zu Phase g) und U_{pFmd} (Effektivspannung Phase p zu Nullleiter). Definition, s. 5.1.8.
Uh_N	Effektivspannungskomponente an der n. Oberwelle einschließlich $U_{pg}h_N$ (Effektivspannungskomponente an der n. Oberwelle Phase p zu Phase g) und U_ph_N (Effektivspannungskomponente an der n. Oberwelle Phase p zu Neutralleiter). Definition, s. 5.1.8.
Uih_N	Effektivspannungskomponente an der n. Interharmonischen einschließlich $U_{pg}h_N$ (Effektivspannungskomponente an der n. Interharmonischen Phase p zu Phase g) und U_ph_N (Effektivspannungskomponente an der n. Interharmonischen Phase p zu Nullleiter). Definition, s. 5.1.8.
U_{Int}	Minimale Spannung $U_{Rms(1/2)}$ während des Auftretens einer Unterbrechung
U_{Nom}	Nennspannung, normalerweise eine Spannung, anhand derer ein Netzwerk bezeichnet oder identifiziert wird
U_{Pk}	Spitzenspannung (Scheitelspannung), einschließlich U_{pgPk} (Spannung Phase p zu Phase g) und U_{pPk} (Spannung Phase p zu Neutralleiter)
$U_{Rms(1/2)}$	Mit jeder Halbwelle aktualisierter effektiver (RMS-) Mittelwert der Spannung, einschließlich $U_{pgRms(1/2)}$ (Halbwellenspannung Phase p zu Phase g) und $U_{pRms(1/2)}$ (Halbwellenspannung Phase p zu Neutralleiter), Definition, s. 5.1.12.
U_{Swell}	Effektiver Mittelwert der während eines Anstiegs gemessenen Maximalspannung $U_{Rms(1/2)}$
U_{Sig}	Netzsignal-Spannung (RMS). Das Signal ist eine Signalhäufung, das häufig bei nichtharmonischen Frequenzen zur Remote-Steuerung von Anlagen genutzt wird. Details s. 5.2.9.

2 Beschreibung

2.1 Vorderseite

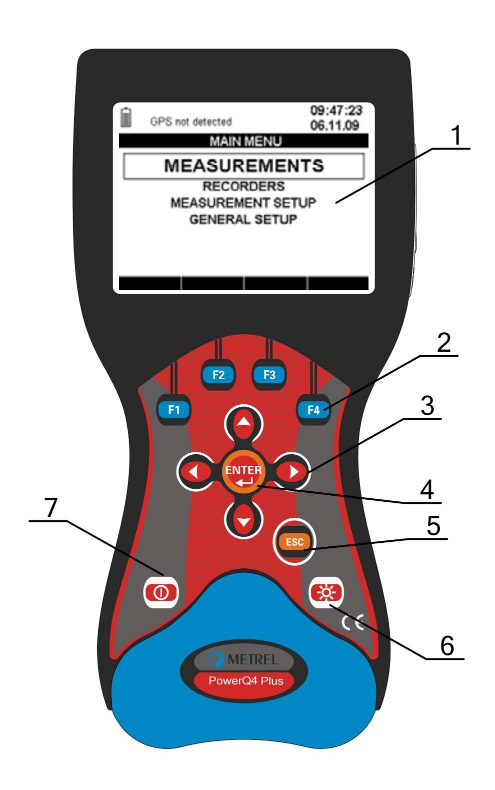
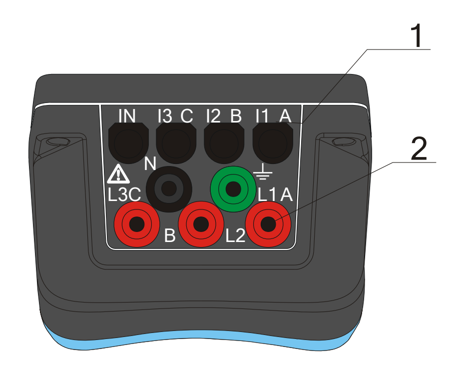


Abbildung 2.1: Bedienoberfläche

Anordnung Bedienoberfläche:

1. LCD	Grafikdisplay mit LED-Hintergrundbeleuchtung, 320 x 200 Pixel.
2. F1 – F4	Funktionstasten.
3. PFEIL-Tasten	Cursorbewegung und Parameterauswahl.
4. ENTER-Taste	Zur Bestätigung neuer Einstellungen, Aktivierung eines Untermenüs.
5. ESC-Taste	Beenden eines Vorgangs und Verlassen eines Untermenüs.
6. LIGHT-Taste	LCD-Hintergrundbeleuchtung ein oder ausschalten (die Hintergrundbeleuchtung schaltet sich bei Tasten-inaktivität nach 15 Minuten automatisch aus). Wenn die Taste *LIGHT* länger als 1,5 Sekunden gedrückt wird, wird das CONTRAST-Menü angezeigt. Der Kontrast kann mit den Tasten *LINKS* und *RECHTS* eingestellt werden.
7. Taste ON-OFF (EIN-AUS)	Schaltet das Instrument ein oder aus.

2.2 Anschlussplatte



Warnung!

- Verwenden Sie ausschließlich Sicherheitsmessleitungen!
- Die maximal zulässige Spannung zwischen den Eingangsklemmen und Masse beträgt 1000 V_{RMS}!

Abbildung 2.2: Obere Anschlussplatte

Anordnung obere Anschlussplatte:

1 Eingangsklemmen Stromwandler (I_1, I_2, I_3, I_N).
2 Anschlussklemmen Spannungseingänge (L_1, L_2, L_3, N, GND).

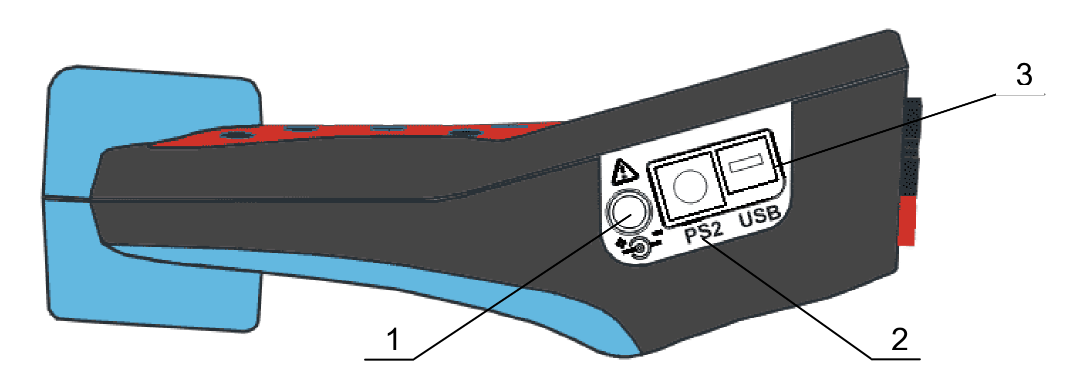


Abbildung 2.3: Seitliche Anschlussplatte

Anordnung seitliche Anschlussplatte:

1 Buchse für externe Stromversorgung.
2 Stecker für serielle PS-2 – RS-232/GPS-Schnittstelle.
3 USB/GPRS – Stecker.

2.3 Ansicht von unten

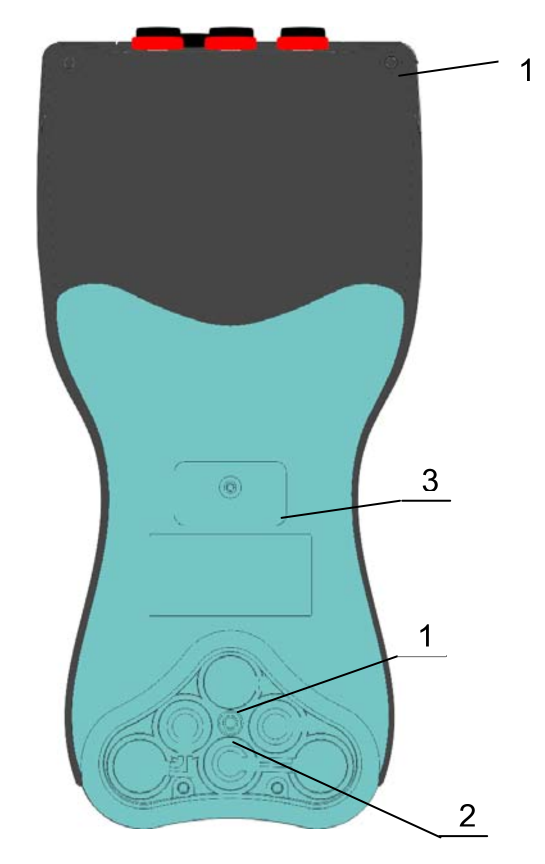


Abbildung 2.4: Ansicht von unten

Anordnung der Elemente auf der Bodenplatte:

1. Batteriefach.
2. Batteriefachschraube (ist zum Auswechseln der Batterie abschrauben).
3. Seriennummernschild.

2.4 Zubehör

2.4.1 Standardzubehör

Tabelle 2.1: PowerQ4 / PowerQ4 Plus Standard-Zubehörteile

Beschreibung	Stück
Flexible Stromzange 3000 A / 300 A / 30 A (A 1227)	4
Temperaturfühler (A 1354)	1
Prüfspitze, rot	2
Prüfspitze (CAT II), rot	3
Prüfspitze (CAT II), schwarz	1
Krokodilklemme, rot	3
Krokodilklemme, schwarz	1
Krokodilklemme, grün	1
Spannungsmesskabel, rot	3

Beschreibung	Stück
Spannungsmesskabel, schwarz	1
Spannungsmesskabel, grün	1
USB-Kabel	1
RS232-Kabel	1
12V / 1,2A-Netzteil	1
NiMH-Akku, Typ HR 6 (AA)	6
Gepolsterte Tragetasche	1
Betriebsanleitung für PowerQ4 / PowerQ4 Plus	1
CD-ROM – für PowerQ4 / PowerQ4 Plus	
• PC-Software PowerView v2.0 mit Bedienungsanleitung	
• Betriebsanleitung für PowerQ4 / PowerQ4 Plus	
• Handbuch "Modern Power Quality Measurement Techniques" (Modernen Netzqualität-Messverfahren)	

2.4.2 Optionales Zubehör

Tabelle 2.2: PowerQ4 / PowerQ4 Plus optionale Zubehörteile

Bestellnr.	Beschreibung
A 1020	Kleine gepolsterte Tragetasche
A 1033	Stromzange 1000 A / 1 V
A 1037	Stromwandler 5 A / 1 V
A 1039	Anschlusskabel für Stromzange
A 1069	Miniaturstromzange 100 A / 1 V
A 1122	Miniaturstromzange 5 A / 1 V
A 1179	Flexible 3-Phasen-Stromzangen 2000 A / 200 A / 20 A
S 2014	Sicherungsadapter
S 2015	Sicherheits-Flachklemmen
A 1281	Stromzangen 5 A / 100 A / 1000 A
A 1355	GPS-Empfänger[4]
A 1356	GPRS-Modem[1]

[4] nur PowerQ4 Plus-Option

3 Bedienung des Instruments

Dieser Abschnitt beschreibt die Bedienung des Instruments. Die Bedienoberfläche des Instruments besteht aus einem LCD-Grafikdisplay und einem Tastenfeld. Messdaten und der Gerätestatus werden auf dem Display angezeigt. Die wichtigsten Symbole des Displays und die Beschreibung der Tastenfunktionen werden in der folgenden Abbildung gezeigt.

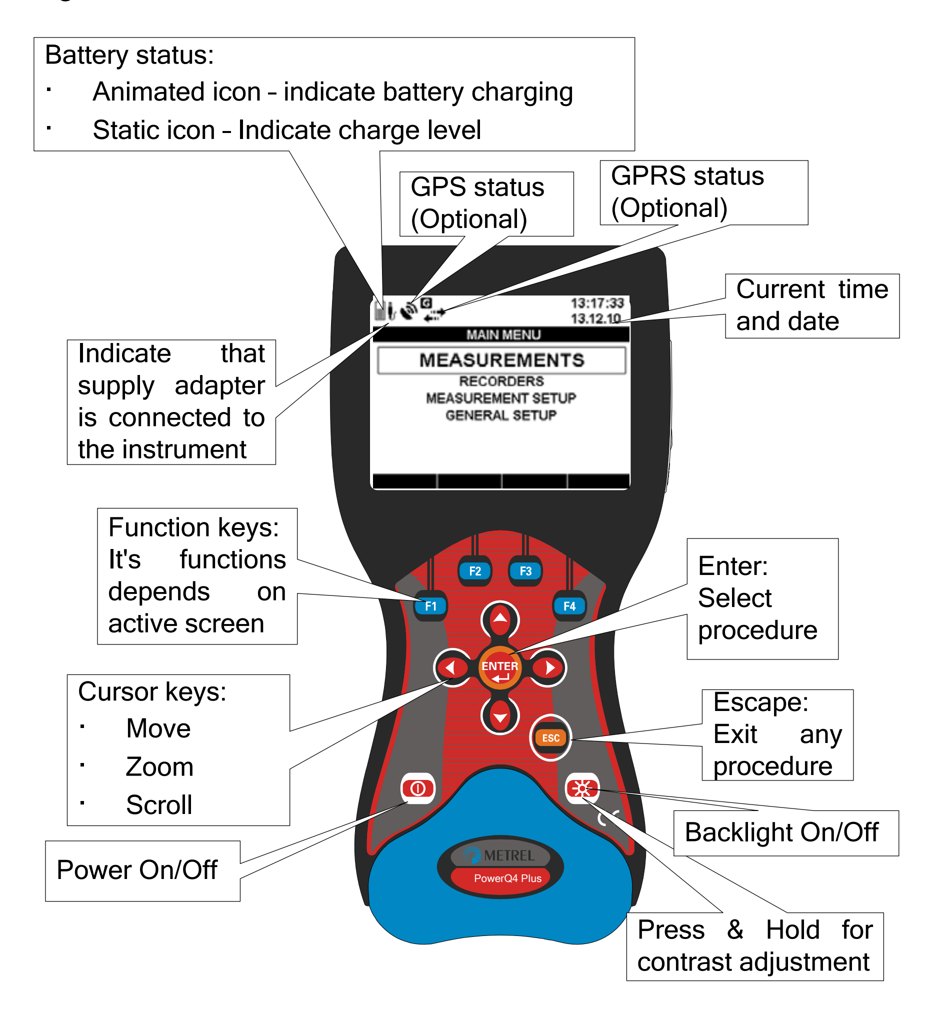


Abbildung 3.1: Beschreibung der Anzeige-Symbole und Tasten

Während einer Messung können zahlreiche Symbole angezeigt werden. Die meisten Bildschirme haben gemeinsame Beschriftungen und Symbole. Sie werden in der folgenden Abbildung gezeigt.

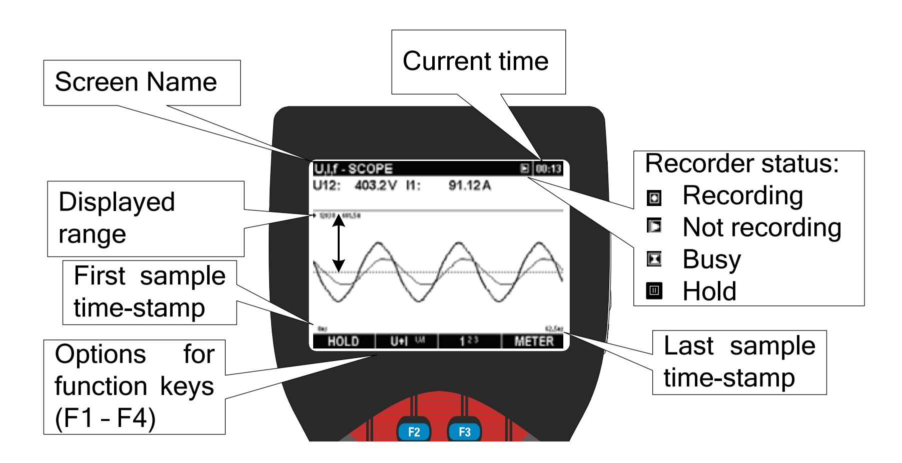


Abbildung 3.2: Gemeinsame Displaysymbole und Beschriftungen während der Durchführung von Messungen

3.1 Hauptmenü des Instruments

Nach Einschalten des Instruments wird das "MAIN MENU" (HAUPTMENÜ) eingeblendet. Von diesem Menü aus können alle Instrumentenfunktionen ausgewählt werden.

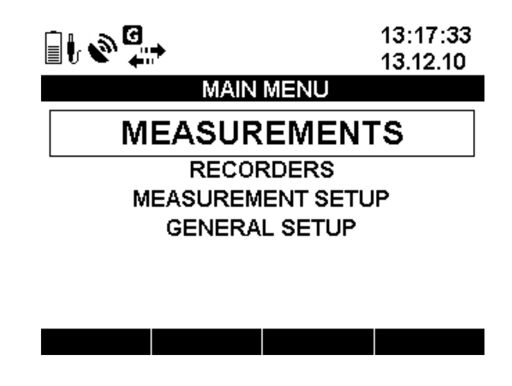
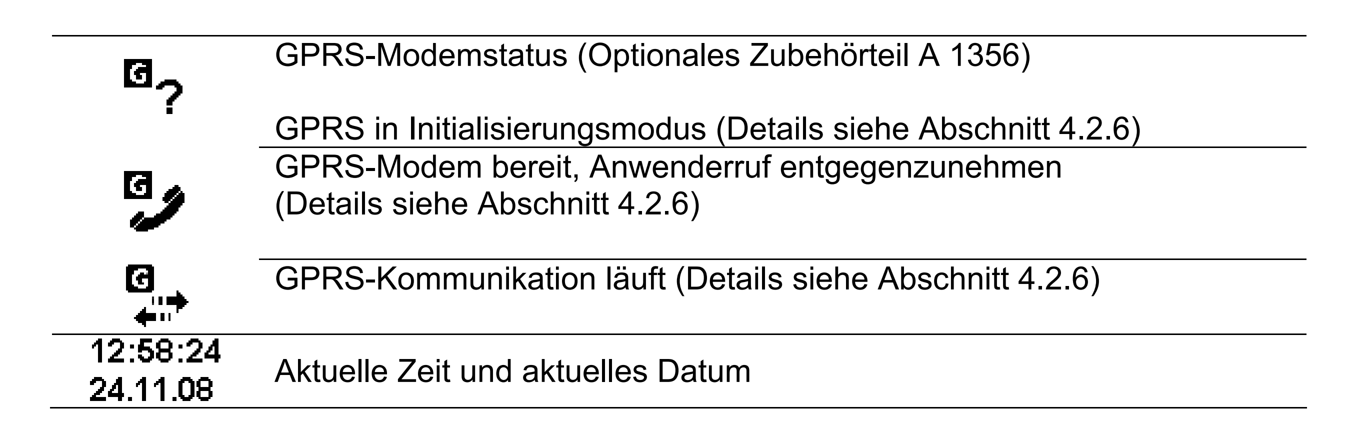


Abbildung 3.3: "HAUPTMENÜ"

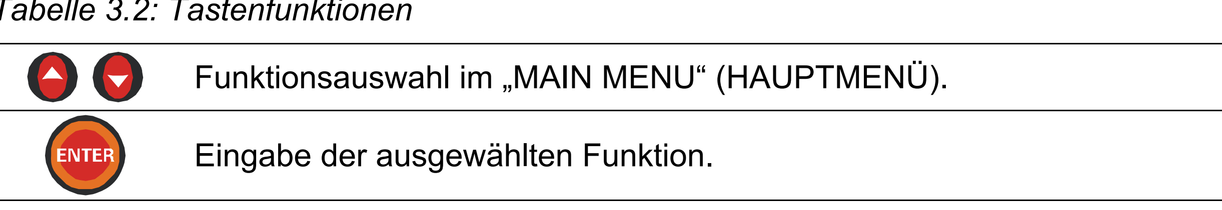
Tabelle 3.1: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Batteriestatus • Animiertes Symbol – zeigt an, dass die Batterie geladen wird • Statisches, nicht animiertes Symbol – Ladezustand der Batterie wird angezeigt
	Zeigt, dass das Ladegerät am Instrument angeschlossen ist
	GPS-Modulstatus (Optionales Zubehörteil A 1355) GPS-Modul erfasst, gibt jedoch ungültige Zeit- und Positionsdaten aus (Suche nach Satelliten oder Satellitensignal zu schwach)
	GPS-Zeit gültig – gültiges Satelliten-GPS-Zeitsignal)



	GPRS-Modemstatus (Optionales Zubehörteil A 1356) GPRS in Initialisierungsmodus (Details siehe Abschnitt 4.2.6)
	GPRS-Modem bereit, Anwenderruf entgegenzunehmen (Details siehe Abschnitt 4.2.6)
	GPRS-Kommunikation läuft (Details siehe Abschnitt 4.2.6)
12:58:24 24.11.08	Aktuelle Zeit und aktuelles Datum

Tabelle 3.2: Tastenfunktionen



	Funktionsauswahl im „MAIN MENU“ (HAUPTMENÜ).
ENTER	Eingabe der ausgewählten Funktion.

3.1.1 Hauptfunktionen des Instruments

Durch Drücken einer ENTER-Funktion kann der Anwender eine von vier Funktions-Untergruppen auswählen:

- Messungen – Grundlegende Mess-Bildschirme,
- Recorder – Setup und Ansicht verschiedener Messaufzeichnungen,
- Messungssetup – Vorgabe von Messparametern / -Abläufen,
- Allgemeines Setup – Konfigurieren oder Prüfen anderer Instrumentenparameter.

Liste aller Untermenüs auf der folgenden Abbildung.

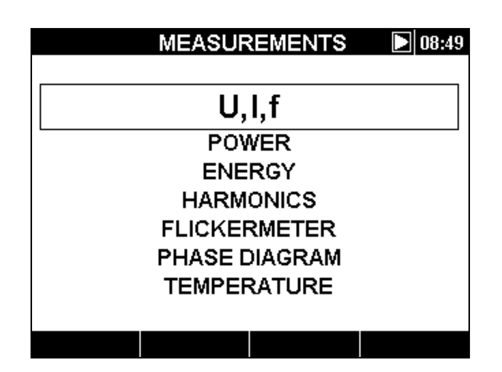


Abbildung 3.4: Menü Messungen

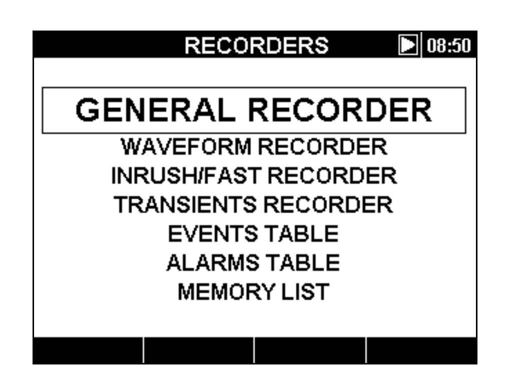


Abbildung 3.5: Menü Recorder

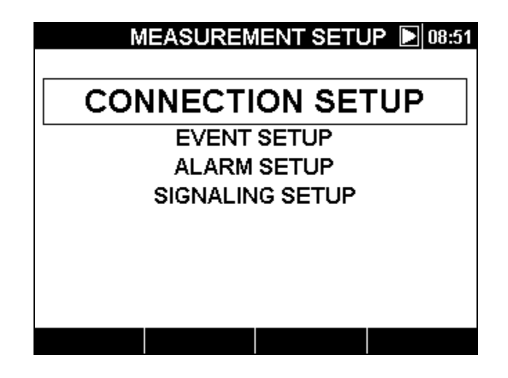


Abbildung 3.6: Menü Messungssetup

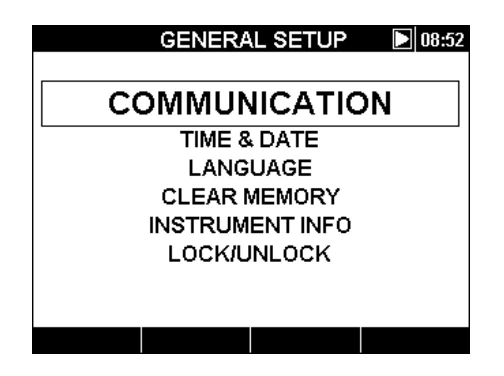


Abbildung 3.7: Menü Allgemeines Setup

3.2 Menüs U, I, f

Im Menü „U, I, f“ können alle wichtigen Parameter für Spannung, Strom und Frequenz betrachtet werden. Messergebnisse können tabellarisch als METER (MESSWERTE) und grafisch als SCOPE (MESSBEREICH) und TREND angezeigt werden. Die TREND-Ansicht ist nur im Betriebsmodus RECORDING (AUFZEICHNEN) aktiviert. Einzelheiten, s. 3.9.

3.2.1 Meter-Anzeige

Mit Aktivieren des Menüs U, I, f wird die tabellarische Anzeige U, I, f – METER eingeblendet *(s. folgende Abbildung)*.

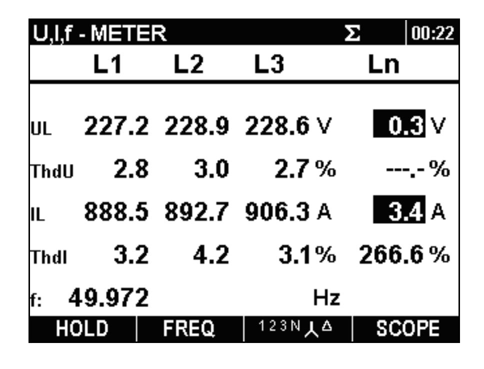


Abbildung 3.8: Bildschirme mit Messtabellen U, I, f

In diesen Bildschirmen werden die Messwerte für aktuellen Leiterspannungen und -ströme angezeigt. Die Symbole und Abkürzungen, die in diesem Menü verwendet werden, werden in der folgenden Tabelle erklärt.

Tabelle 3.3: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

L1 L2 L3 L12 L23 L31 N ⅄ Δ	Aktuellen Wert des jeweiligen Kanals anzeigen.
	Strom-Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
RMS	Echt-Effektivwert U_{Rms} und I_{Rms}
THD	Gesamtklirrfaktor (Total Harmonic Distortion, Oberwellengehalt) THD_U und THD_I
CF	Crest-Faktor (Scheitelfaktor) Cf_U und Cf_I
PEAK	Scheitelwert U_{Pk} und I_{Pk}
MAX ½	Maximalwerte für Spannung $U_{Rms(1/2)}$ und Strom $I_{½Rms}$, gemessen nach Betätigen der Taste RESET (Taste: F2)
MIN ½	Minimalwerte für Spannung $U_{Rms(1/2)}$ und Strom $I_{½Rms}$, gemessen nach Betätigen der Taste RESET (Taste: F2)
f	Frequenz auf Referenzkanal

Hinweis: Bei einem AD-gewandelten Strom- und Spannungswert werden die Werte farblich invertiert dargestellt 250,4 V.
Hinweis: Falls der Phasenstrom- und der Spannungswert nicht innerhalb einer Spanne von 10% ÷ 150% liegen, werden die Werte invertiert farblich dargestellt 250.4 V.

Tabelle 3.4: Tastenfunktionen

Taste	Anzeige	Funktion
F1		Momentanwert der Wellenform:
	HOLD	Festhalten (Hold) der Messung in der Anzeige
	SAVE	Save (Speicherung) der Messung im Speicher
F2	RESET	Reset der Werte MAX ½ und MIN ½ ($U_{Rms(1/2)}$ und $I_{½Rms}$)
	f	Anzeige des Frequenzverlaufs (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
F3	**1** 2 3 N ⅄ Δ	Anzeige der Messungen für Phase L1
	1 **2** 3 N ⅄ Δ	Anzeige der Messungen für Phase L2
	1 2 **3** N ⅄ Δ	Anzeige der Messungen für Phase L3
	1 2 3 **N** ⅄ Δ	Anzeige der Messung für Nullkanal
	1 2 3 N **⅄** Δ	Zusammenfassung aller Phasenmessungen
	1 2 3 N ⅄ **Δ**	Anzeige der Spannungsmessungen von Phase zu Phase
F4	METER	Umschalten zur Ansicht METER (MESSWERTE).
	SCOPE	Umschalten zur Ansicht SCOPE (MESSBEREICH)
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (VERLAUF) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
ESC		Rückkehr zum Menübildschirm „MEASUREMENTS“.

3.2.2 Scope (Messbereich)

Es werden verschiedene Kombinationen von Spannungs- und -Stromwellenformen angezeigt.

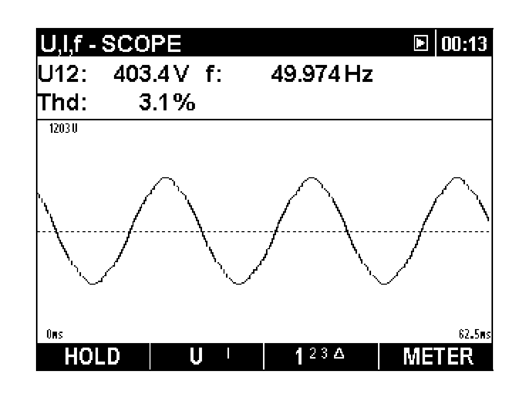


Abbildung 3.9:
Spannung Wellenform

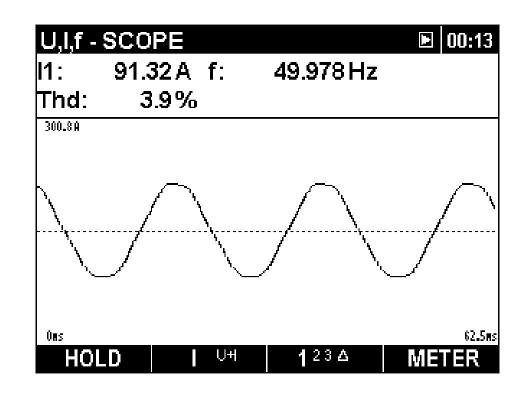


Abbildung 3.10:
Strom Wellenform

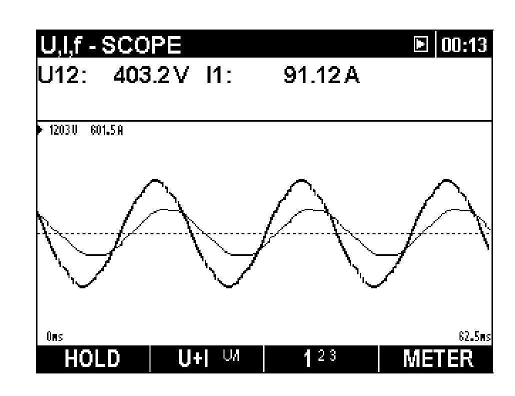


Abbildung 3.11: Spannung und Strom Wellenform (Einzelmodus)

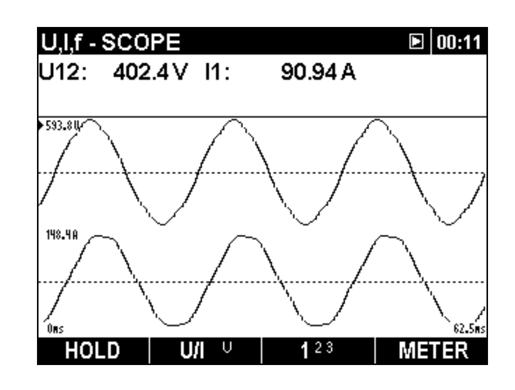


Abbildung 3.12: Spannung und Strom Wellenform (Dualmodus)

Tabelle 3.5: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Strom-Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
Up p: [1..3, N]	Echt-Effektivwert der Phasenspannung: U_{1Rms}, U_{2Rms}, U_{3Rms}, U_{NRms}
Upg p,g: [1, 2, 3]	Echt-Effektivwert der (Leiter-) Spannung Phase zu Phase: U_{12Rms}, U_{23Rms}, U_{31Rms}
Ip p: [1..3, N]	Echt-Effektivwert des Stroms: I_{1Rms}, I_{2Rms}, I_{3Rms}, I_{NRms}
Thd	Gesamtklirrfaktor für die angezeigte Größe (THD_U bzw. THD_I)
f	Frequenz auf Referenzkanal

Tabelle 3.6: Tastenfunktionen

F1		Momentanwert der Wellenform:
	HOLD	Festhalten (Hold) der Messung in der Anzeige
	SAVE	Save (Speicherung) der Messung im Speicher
F2		Auswählen der anzuzeigenden Wellenform:
	U I	Spannungswellenform anzeigen
	I U+I	Stromwellenform anzeigen
	U+I U/I	Spannungs- und Stromwellenform (Einzeldiagramm) anzeigen
	U/I U	Spannungs- und Stromwellenform (Dualdiagramm) anzeigen

		Auswählen zwischen den Ansichten Phase, Neutral, Alle-Phasen und Leitung:
F3	1 2 3 N ⅄	Anzeige der Wellenformen für Phase L1
	1 2 3 N ⅄	Anzeige der Wellenformen für Phase L2
	1 2 3 N ⅄	Anzeige der Wellenformen für Phase L3
	1 2 3 N ⅄	Anzeige der Wellenform für Nullkanal
	1 2 3 N ⅄	Zusammenfassung aller Phasen-Wellenformen
F4	METER	Umschalten zur Ansicht METER (MESSWERTE)
	SCOPE	Umschalten zur Ansicht SCOPE (MESSBEREICH)
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (VERLAUF) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
ENTER	Auswählen, welche Wellenform vergrößert / verkleinert werden soll (nur bei U/I oder U+I)	
▲ ▼	Vertikalen Zoomfaktor einstellen	
◀ ▶	Horizontalen Zoomfaktor einstellen	
ESC	Beenden des Festhaltens (HOLD) des Bildschirms ohne Speichern Rückkehr zum Menübildschirm "MEASUREMENTS".	

3.2.3 Ansicht Trend (Verlauf)

Bei aktivem RECORDER ist die Ansicht **TREND** (VERLAUF) verfügbar (wie man den Recorder (Aufzeichnungsmodus) startet, wird in 3.9 erklärt).

Spannungs- und Stromtrends

Strom- und Spannungstrends können mithilfe der Cycling (Durchlauf-) Funktionstaste F4 (METER-SCOPE-TREND) beobachtet werden.

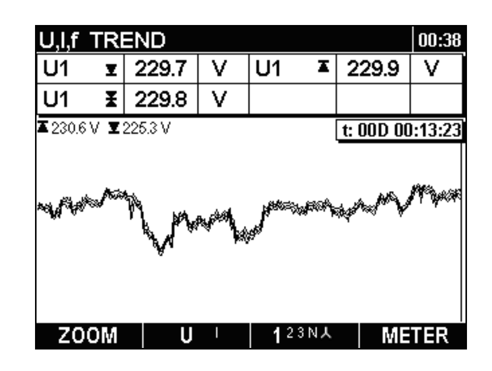


Abbildung 3.13: Spannungstrend

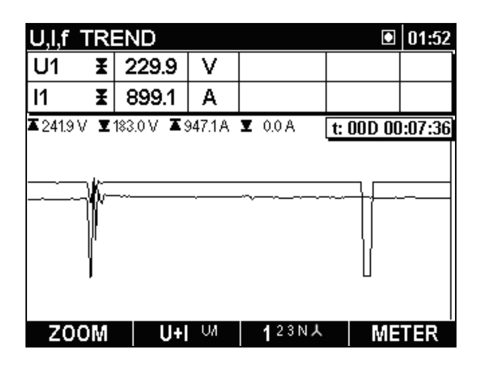


Abbildung 3.14: Spannungs- und Stromtrend (Einzelmodus)

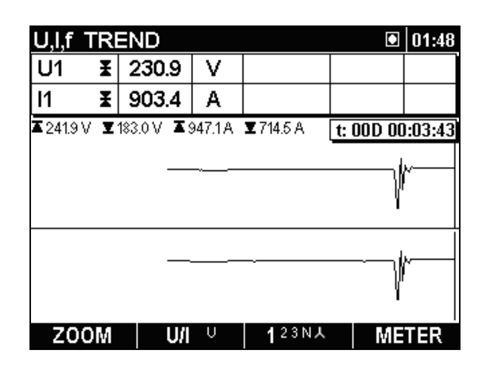


Abbildung 3.15: Spannungs- und Stromtrend (Dualmodus)

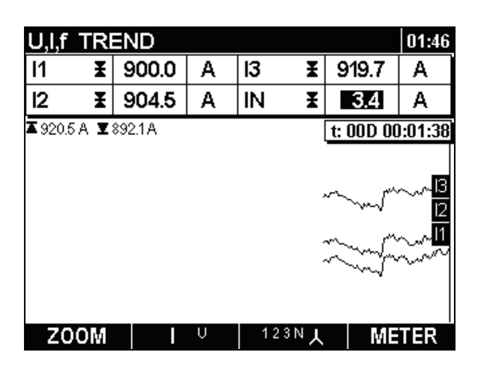


Abbildung 3.16: Trends alle Ströme

Tabelle 3.7: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Strom-Recorderstatus:
▣	RECORDER ist aktiv
⧗	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher).
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
Up, Upg p: [1..3; N]	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Wert der Phasenspannung U_{pRms} bzw. Leiterspannung U_{pgRms} für das zuletzt gemessene Zeitintervall (IP)
Ip p: [1..3, N]	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Wert des Stromes I_{pRms} für das zuletzt gemessene Zeitintervall (IP)
t: 00D 00:13:23	Zeit Strom-RECORDER (Tage Stunden:Min.:Sek.)
▲230.6 V ▼225.3 V	Maximale und minimale aufgezeichnete Spannung
▲947.1 A ▼ 0.0 A	Maximaler und minimaler aufgezeichneter Strom

Tabelle 3.8: Tastenfunktionen

F1	ZOOM-+	Vergrößern
	ZOOM+-	Verkleinern
F2		Auswählen zwischen den folgenden Optionen:
	U I	Spannungstrend (-verlauf) anzeigen
	I U+I	Stromtrend (-verlauf) anzeigen
	U+I U/I	Spannungs- und Stromtrend (Einzelmodus) anzeigen
	U/I U	Spannungs- und Stromtrend (Dualmodus) anzeigen
F3		Auswählen zwischen Phase, Neutral, Alle-Phasen und Ansicht:
	1 2 3 N	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Phase L1
	1 **2** 3 N	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Phase L2
	1 2 **3** N	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Phase L3

	123N	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Neutral
	123N	Zusammenfassung aller Phasentrends
F4	METER	Umschalten zur Ansicht METER (MESSWERTE).
	SCOPE	Umschalten zur Ansicht SCOPE (MESSBEREICH)
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (VERLAUF)
ESC	Rückkehr zum Menübildschirm "MEASUREMENTS".	

Frequenzverlauf

Im Bildschirm METER (MESSWERTE) kann der Frequenzverlauf durch Betätigen der Funktionstaste F2 eingeblendet werden.

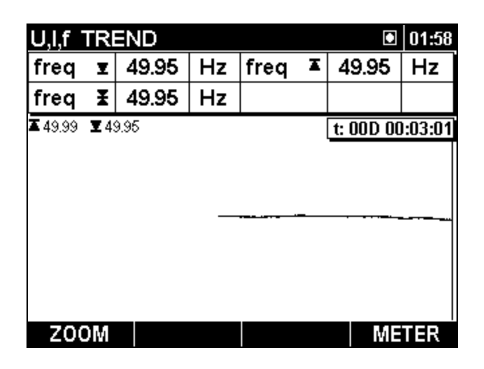


Abbildung 3.17: Frequenzverlauf U, I, f

Tabelle 3.9: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Strom-Recorderstatus:
(Symbol)	RECORDER ist aktiv
(Symbol)	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
f	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Wert der Frequenz am Synchronisierungskanal für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
t: 00D 00:13:23	Zeit Strom-RECORDER (Tage Stunden:Min.:Sek.)
▲49.99 ▼49.95	Maximal- und Minimalfrequenz beim angezeigten Diagramm

Tabelle 3.10: Tastenfunktionen

F1	ZOOM-+ ZOOM+-	Vergrößern Verkleinern
F4	METER	Rückkehr zur Ansicht METER (MESSWERTE)
ESC	Rückkehr zum Menübildschirm "MEASUREMENTS".	

3.3 Leistungsmenü

Im Menü POWER (LEISTUNG) zeigt das Instrument die gemessenen Leistungsparameter. Die Ergebnisse können tabellarisch als METER (MESSWERTE) und grafisch als TREND (VERLAUF) betrachtet werden. Die Ansicht TREND (VERLAUF ist nur bei aktivem RECORDER aktiv. Im Bereich 3.9 finden Sie Anweisungen zum Start des Recorders. Zum Verständnis der Bedeutung der einzelnen Leistungsparameter, s. Abschnitte 5.1.5 und 5.1.6.

3.3.1 Meter-Anzeige

Durch Aktivierung des Menüs Power (Leistung) im Menü Measurements (Messungen) wird die tabellarische Ansicht POWER – METER eingeblendet *(s. folgende Abbildung)*. Die Ansicht METER (MESSWERTE) zeigt die Signaturen für Leistung, Spannung und Strom.

Abbildung 3.18: Zusammenfassung der Leistungsmessungen

Abbildung 3.19: Detaillierte Leistungsmessung an Phase L1

Die Symbole und Abkürzungen, die in den Bildschirmen METER (MESSWERTE) verwendet werden, werden in der folgenden Tabelle erklärt.

Tabelle 3.11: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

L1 L2 L3 ⅄ Δ	Aktuellen Wert des jeweiligen Kanals anzeigen.
	Strom-Recorderstatus:
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
P, Q, S	Augenblickliche Wirkleistung (P), Blindleistung (Q) und Scheinleistung (S)
PF, DPF	Augenblicklicher Leistungsfaktor (PF) und Leistungsfaktorverschiebung (cos φ)
U	Echt-Effektivwert U_{Rms}
I	Echt-Effektivwert I_{Rms}

RMS	Echt-Effektivwert U_{Rms} und I_{Rms}
THD	Gesamtklirrfaktor (Total Harmonic Distortion, Oberwellengehalt) THD_U und THD_I
CF	Crest-Faktor (Scheitelfaktor) Cf_U und Cf_I

Tabelle 3.12: Tastenfunktionen

Taste	Symbol	Funktion
F1		Momentanwert der Wellenform:
	HOLD	Festhalten (Hold) der Messung in der Anzeige
	SAVE	Save (Speicherung) der Messung im Speicher
F3		Auswählen zwischen den Ansichten Phase, Neutral, Alle-Phasen und Leitung:
	1 2 3 ⅄ Δ	Anzeige der Messungen für Phase L1
	1 2 3 ⅄ Δ	Anzeige der Messungen für Phase L2
	1 2 3 ⅄ Δ	Anzeige der Messungen für Phase L3
	1 2 3 ⅄ Δ	Zusammenfassung aller Phasenmessungen
	1 2 3 ⅄ Δ	Anzeige der Spannungsmessungen von Phase zu Phase
F4	METER	Umschalten zur Ansicht METER (MESSWERT) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (VERLAUF) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
ESC		Beenden des Festhaltens (HOLD) des Bildschirms ohne Speichern Rückkehr zum Menübildschirm "MEASUREMENTS".

3.3.2 Ansicht Trend (Verlauf)

Währen der aktiven **Aufzeichnung** ist die Ansicht **TREND** (VERLAUF) verfügbar (wie man den Recorder (Aufzeichnungsmodus) startet, wird in 3.9 erklärt.

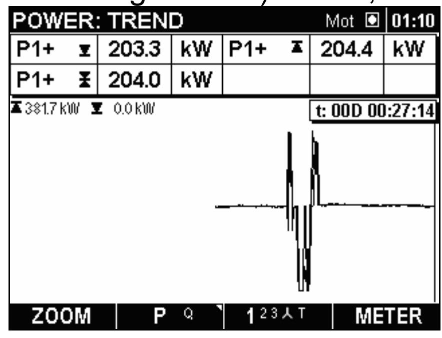


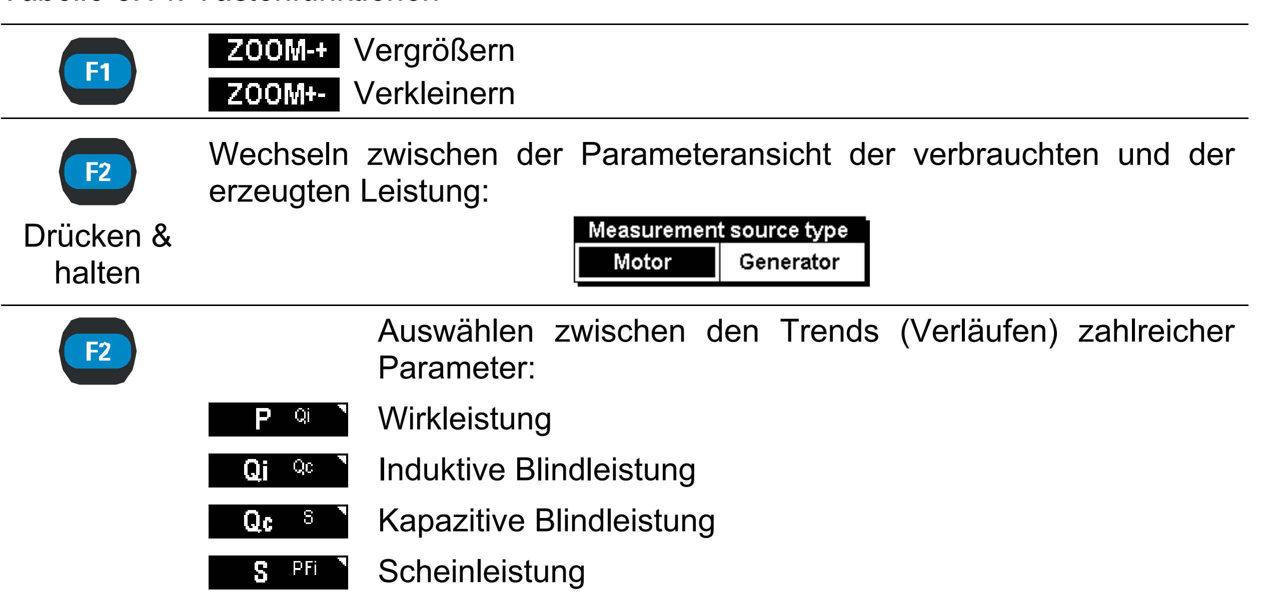
Abbildung 3.20: Bildschirm Leistungsverlauf (Trend)

Tabelle 3.13: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

Symbol	Beschreibung
	Strom-Recorderstatus
▣	RECORDER ist aktiv
⧗	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)

Mot Gen	Gewählten Leistungsmodus anzeigen: Leistungsdaten der verbrauchten (+) Leistung werden angezeigt Leistungsdaten der erzeugten (-) Leistung werden angezeigt
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
Pp±, Pt± p: [1..3]	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimalwert (▼) der verbrauchten (P_1^+, P_2^+, P_3^+, P_{tot}^+) oder erzeugten (P_1^-, P_2^-, P_3^-, P_{tot}^-) Wirkleistung für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
Qip±, Qit± p: [1..3]	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Wert der verbrauchten (Q_{i1}^+, Q_{i2}^+, Q_{i3}^+, Q_{itot}^+) oder erzeugten (Q_{i1}^-, Q_{i2}^-, Q_{i3}^-, Q_{itot}^-) induktive Blindleistung ($Q_{i1}^\pm$, $Q_{i2}^\pm$, $Q_{i3}^\pm$, $Q_{itot}^\pm$) für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
Qcp±, Qct± p: [1..3]	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Wert der verbrauchten (Q_{c1}^+, Q_{c2}^+, Q_{c3}^+, Q_{ctot}^+) oder erzeugten (Q_{c1}^-, Q_{c2}^-, Q_{c3}^-, Q_{ctot}^-) kapazitiven Blindleistung ($Q_{c1}^\pm$, $Q_{c2}^\pm$, $Q_{c3}^\pm$, $Q_{ctot}^\pm$) für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
Sp±, St± p: [1..3]	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Wert der verbrauchten Scheinleistung (S_1^+, S_2^+, S_3^+, S_{tot}^+) oder erzeugten Scheinleistung (S_1^-, S_2^-, S_3^-, S_{tot}^-) für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
PFip±, PFit± p: [1..3]	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Wert des induktiven Leistungsfaktors (1. Quadrant: PF_{i1}^+, PF_{i2}^+, PF_{i3}^+, PF_{itot}^+ und 3. Quadrant: PF_{i1}^-, PF_{i2}^-, PF_{i3}^-, PF_{itot}^-) für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
PFcp±, PFt± p: [1..3]	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Wert des kapazitiven Leistungsfaktors (4. Quadrant: PF_{c1}^+, PF_{c2}^+, PF_{c3}^+, PF_{ctot}^+ und 2. Quadrant: PF_{c1}^-, PF_{c2}^-, PF_{c3}^-, PF_{ctot}^-) für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
t: 00D 00:13:23	Zeit Strom-RECORDER (Tage Stunden:Min.:Sek.)
▲331.7 kW ▼ 0.0 kW	Maximale und minimale aufgezeichnete Größe

Tabelle 3.14: Tastenfunktionen

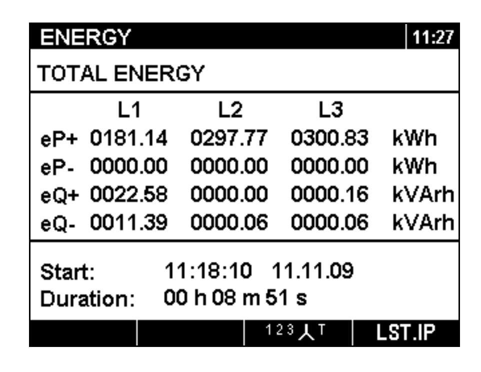


F1	ZOOM-+ Vergrößern ZOOM+- Verkleinern
F2 Drücken & halten	Wechseln zwischen der Parameteransicht der verbrauchten und der erzeugten Leistung: Measurement source type: Motor / Generator
F2	Auswählen zwischen den Trends (Verläufen) zahlreicher Parameter: P Qi – Wirkleistung Qi Qc – Induktive Blindleistung Qc S – Kapazitive Blindleistung S PFi – Scheinleistung

	PFi PFc	Induktiver Leistungsfaktor
	PFc DPFi	Kapazitiver Leistungsfaktor
	DPFi DPFc	Induktiver Verschiebungsfaktor (cos φ)
	DPFc P	Kapazitiver Verschiebungsfaktor (cos φ)
F3		Auswählen zwischen den Trend-Diagrammen für einzelne Phase, alle Phasen und Summe
	1 2 3 ⅄ T	Leistungsparameter für Phase L1
	1 2 3 ⅄ T	Leistungsparameter für Phase L2
	1 2 3 ⅄ T	Leistungsparameter für Phase L3
	1 2 3 ⅄ T	Leistungsparameter L1, L2 und L3 in demselben Diagramm
	1 2 3 ⅄ T	Leistungsparameter gesamt
F4	METER	Umschalten zur Ansicht METER (MESSWERT) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (VERLAUF) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
ESC	Rückkehr zum Menübildschirm "MEASUREMENTS".	

3.4 Menü Energy (Energie)

Im Menü Energy (Energie) zeigt das Instrument den Status der Energiezähler. Die Ergebnisse können in tabellarischer Form als METER (MESSWERTE) angezeigt werden. Zur Darstellung der Daten in Diagrammform als TREND (VERLAUF) darzustellen, müssen die Daten auf einen PC übertragen werden und mittels PowerView v2.0 visualisiert werden. Die Energiemessung ist nur bei aktiviertem RECORDER aktiv. Im Bereich 3.9 finden Sie Anweisungen zum Start des Recorders. Zum vollständigen Verständnis bestimmter Energieparameter siehe Abschnitt 5.1.7. Die Messwert-Bildschirme werden unten aufgeführt.



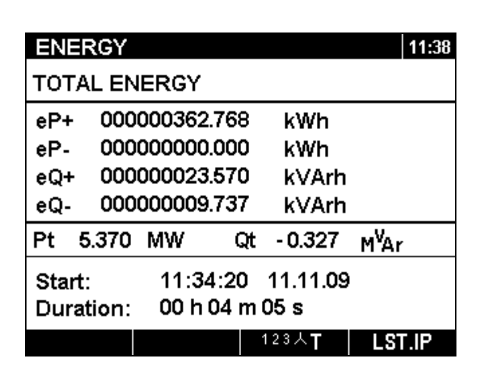


Abbildung 3.21: Energiezähler-Bildschirm

Tabelle 3.15: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Strom-Recorderstatus:
▣	RECORDER ist aktiv
⧗	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)

▶	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
eP+	Verbrauchte Wirkenergie einer Phase (eP_1^+, eP_2^+, eP_3^+) oder Summe der verbrauchten Wirkenergie (eP_{tot}^+)
eP-	Erzeugte Wirkenergie einer Phase (eP_1^-, eP_2^-, eP_3^-) oder Summe der erzeugten Wirkenergie (eP_{tot}^-)
eQ+	Verbrauchte Blindenergie einer Phase (eQ_1^+, eQ_2^+, eQ_3^+) oder Summe der verbrauchten Blindenergie (eQ_{tot}^+) **Hinweis:** eQ+ stellt eine Messung über zwei Quadranten dar Für separate Messungen (eQ_i^+, eQ_c^-) die Daten auf einen PC übertragen und Ergebnisse mittels PowerView v2.0 betrachten.
eQ-	Erzeugte Blindenergie einer Phase (eQ_1^-, eQ_2^-, eQ_3^-) oder Summe der erzeugten Blindenergie (eQ_{tot}^-) **Hinweis:** eQ- stellt eine Messung über zwei Quadranten dar. Für eine Messung über vier Quadranten (eQ_i^-, eQ_c^+) die Daten auf einen PC übertragen und Ergebnisse mittels PowerView v2.0 betrachten.
Pp, Pt p: [1..3]	Momentane Wirkleistung einer Phase (P_1, P_2, P_3) oder Summe der momentanen Wirkleistung P_{tot}
Qp, Qt p: [1..3]	Momentane Blindleistung (Q_1, Q_2, Q_3, Q_{tot}) oder Summe Q_{tot} der Blindleistung
Start	Startzeit und -datum des Recorders
Duration (Dauer)	Aktuelle RECORDER-Zeit

Tabelle 3.16: Tastenfunktionen

F3		Auswählen zwischen der Einzelphasen- und Gesamt-Energiemessung
	1 2 3 ⅄ T	Energieparameter für Phase L1
	1 2 3 ⅄ T	Leistungsparameter für Phase L2
	1 2 3 ⅄ T	Leistungsparameter für Phase L3
	1 2 3 ⅄ T	Zusammenfassung für die Energie aller Phasen
	1 2 3 ⅄ T	Energieparameter für Summen
F4	Umschalten zwischen Zeitintervall:	
	LST.IP	Energieregister für das letzte Intervall anzeigen
	CUR.IP	Energieregister für das aktuelle Intervall anzeigen
	TOT EN	Energieregister für die gesamte Aufzeichnung anzeigen
ESC	Rückkehr zum Menübildschirm "MEASUREMENTS".	

3.5 Harmonische / Interharmonische[5]-Menü

Harmonische ergeben sich als Summen von Spannungs- und Stromsignalen der Sinuskurven der Netzfrequenz und ihrer ganzzahligen Vielfachen. Die Netzfrequenz wird Grundfrequenz genannt. Die Sinuskurve mit der um den Faktor k höheren Grundfrequenz (wobei k ganzzahlig ist) wird Harmonische genannt und wird mit Amplitude und einer Phasenverschiebung (einem Phasenwinkel) für ein Grundfrequenzsignal angegeben. Wenn eine Signalzerlegung Fourier-Transformations-ergebnisse mit einer Frequenz eines nicht ganzzahligen Vielfaches des Grundstroms ergibt, wird diese als interharmonische Frequenz und Komponenten mit einer solchen Frequenz als Interharmonische bezeichnet. Details, s. 5.1.8.

3.5.1 Meter-Anzeige

Durch Aktivierung des Menüs HARMONICS (OBERWELLEN) aus dem Messungs-Menü heraus wird die tabellarische Darstellung HARMONICS – METER (OBERWELLEN - MESSWERTE) angezeigt *(s. folgende Abbildung)*. In diesem Bildschirm werden die Spannungs- und Strom-Harmonische, -Interharmonische sowie der Gesamtklirrfaktor THD (Total Harmonic Distortion, Oberwellengehalt) angezeigt.

HARMON. METER ⅄ 11:41

	U1	I1	U2	I2	U3	I3
	V	A	V	A	V	A
RMS	229.8	1769	230.2	1766	230.1	1768
	V	A	V	A	V	A
THD	2.1	15.9	2.1	14.6	2.1	15.7
h 1	229.7	1768	230.1	1766	230.0	1768
h 2	0.3	0.9	0.3	2.1	0.4	3.7
h 3	0.2	1.5	0.3	1.4	0.4	2.0
h 4	0.2	2.1	0.4	1.8	0.4	3.4

HOLD | V-A % | 1 2 3 N ⅄ Δ | BAR

INTERHARM. METER ⅄ 12:48

	U1	I1	U2	I2	U3	I3
	V	A	V	A	V	A
RMS	229.9	1769	229.7	1772	229.7	1767
	%	%	%	%	%	%
THD	1.2	1.0	1.2	1.1	1.2	1.2
ih 1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3
ih 2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1
ih 3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3
ih 4	0.3	0.4	0.2	0.3	0.2	0.2

HOLD | % V-A | 1 2 3 N ⅄ Δ | BAR

Abbildung 3.22: Harmonische und Interharmonische Messwerttabelle

Die Symbole und Abkürzungen, die in den Bildschirmen METER (MESSWERTE) verwendet werden, werden in der folgenden Tabelle erklärt.

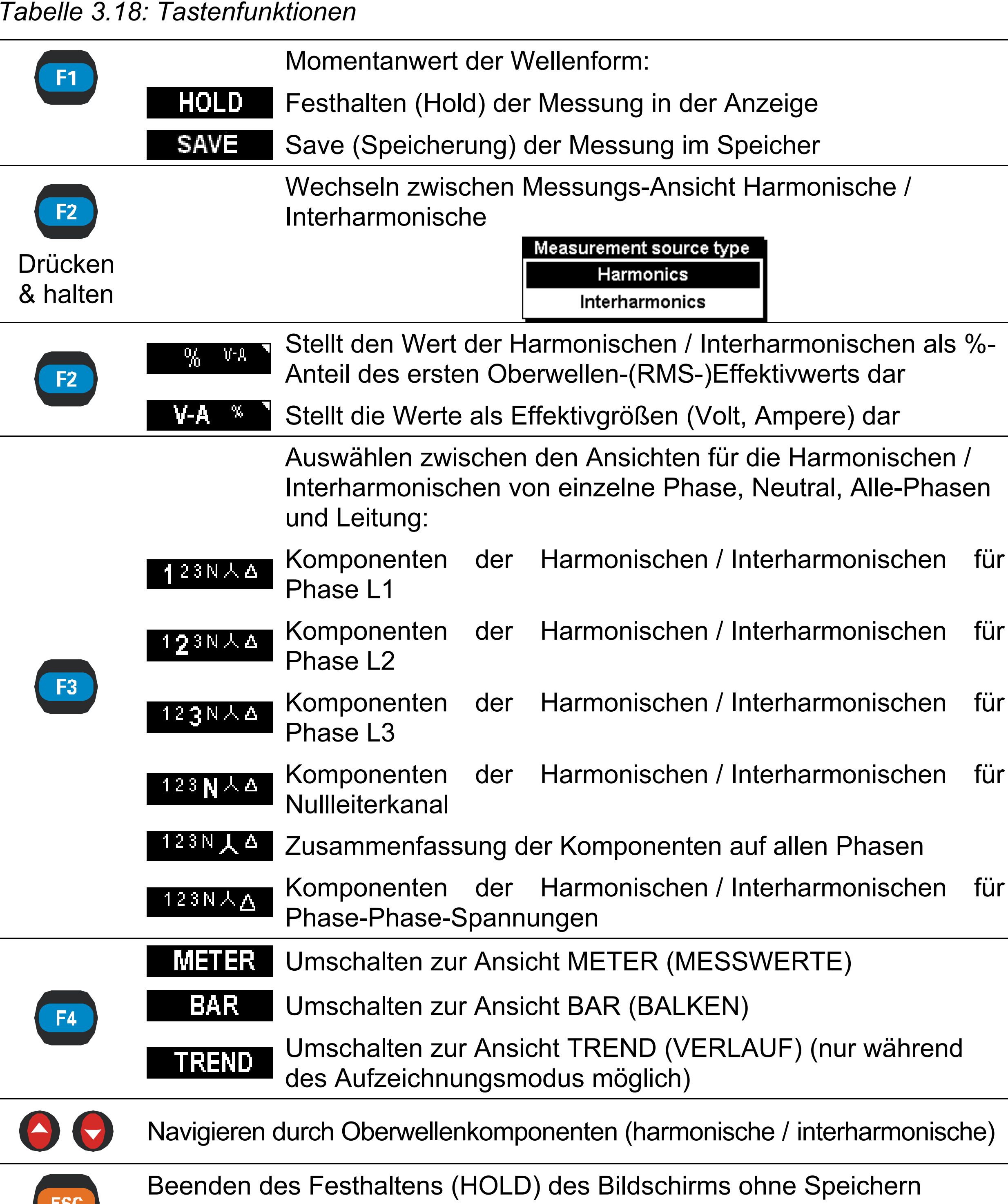
Tabelle 3.17: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

L1 L2 L3 L12 L23 L31 N ⅄ Δ	Aktuellen Wert des jeweiligen Kanals anzeigen.
	Strom-Recorderstatus:
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
RMS	Echt-Effektivwert U_{Rms} und I_{Rms}

[5] Messungen der Interharmonischen sind nur mit PowerQ4 Plus möglich

THD	Gesamtklirrfaktor (Harmonische und Interharmonische) THD_U und THD_I
hn n: 0..50	Spannungs- bzw. Strom-Oberwellenkomponente / Interharmonische Uhn bzw. Ihn der n. Ordnung

Tabelle 3.18: Tastenfunktionen



Taste	Anzeige	Funktion
F1		Momentanwert der Wellenform:
	HOLD	Festhalten (Hold) der Messung in der Anzeige
	SAVE	Save (Speicherung) der Messung im Speicher
F2 Drücken & halten		Wechseln zwischen Messungs-Ansicht Harmonische / Interharmonische Measurement source type: Harmonics / Interharmonics
F2	% V-A	Stellt den Wert der Harmonischen / Interharmonischen als %-Anteil des ersten Oberwellen-(RMS-)Effektivwerts dar
	V-A %	Stellt die Werte als Effektivgrößen (Volt, Ampere) dar
F3		Auswählen zwischen den Ansichten für die Harmonischen / Interharmonischen von einzelne Phase, Neutral, Alle-Phasen und Leitung:
	1 2 3 N ⅄ Δ	Komponenten der Harmonischen / Interharmonischen für Phase L1
	1 2 3 N ⅄ Δ	Komponenten der Harmonischen / Interharmonischen für Phase L2
	1 2 3 N ⅄ Δ	Komponenten der Harmonischen / Interharmonischen für Phase L3
	1 2 3 N ⅄ Δ	Komponenten der Harmonischen / Interharmonischen für Nullleiterkanal
	1 2 3 N ⅄ Δ	Zusammenfassung der Komponenten auf allen Phasen
	1 2 3 N ⅄ Δ	Komponenten der Harmonischen / Interharmonischen für Phase-Phase-Spannungen
F4	METER	Umschalten zur Ansicht METER (MESSWERTE)
	BAR	Umschalten zur Ansicht BAR (BALKEN)
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (VERLAUF) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
▲ ▼		Navigieren durch Oberwellenkomponenten (harmonische / interharmonische)
ESC		Beenden des Festhaltens (HOLD) des Bildschirms ohne Speichern Rückkehr zum Menübildschirm "MEASUREMENTS".

3.5.2 Histogramm (Balken)

Der Bildschirm Bar (Balkendiagramm) stellt die Werte anhand zweier Balken dar. Das obere Balkendiagramm zeigt die Spannungs-Oberwellen und das untere die Stromoberwellen.

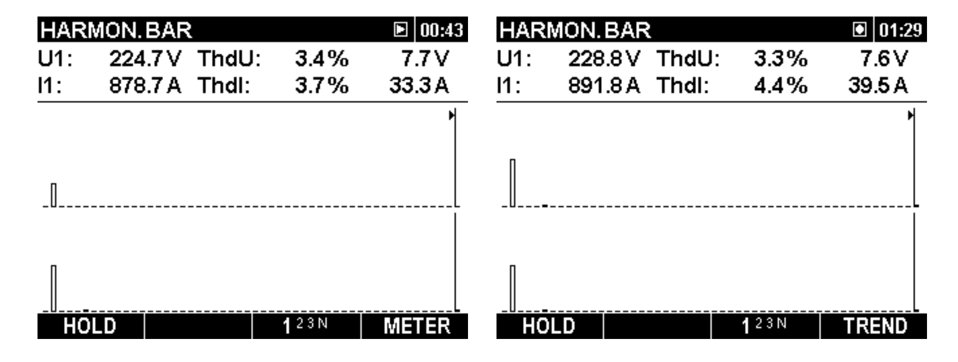


Abbildung 3.23: Bildschirme Oberwellen-Histogramm

Die Symbole und Abkürzungen, die in den Bildschirmen BAR (BALKENDIAGRAMM) verwendet werden, werden in der folgenden Tabelle erklärt.

Tabelle 3.19: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Strom-Recorderstatus: RECORDER ist aktiv RECORDER beschäftigt (speichert Daten ab) RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
	Ausgewählte Oberwellen-Komponente (harmonische / interharmonische) anzeigen
Up, Un p:1..3	Echt-Effektivwert der Phasen- oder Leitungsspannung U_{Rms}
Ip, In p:1..3	Echt-Effektivwert des Phasenstroms I_{Rms}
ThdU	Gesamtspannungsklirrfaktor: THD_U
ThdI	Gesamtstromklirrfaktor: THD_I
hn/ihn n: 0..50	n. Spannung oder Oberwellenkomponente (harmonische / interharmonische) Uh_n / iUh_n oder Ih_n / iIh_n

Tabelle 3.20: Tastenfunktionen

F1		Momentanwert der Wellenform:
	HOLD	Festhalten (Hold) der Messung in der Anzeige
	SAVE	Save (Speicherung) der Messung im Speicher
F3		Auswählen zwischen der Darstellung für einzelne Phasen, Neutralleiter, Oberwellen-Balken

	1 2 3 N	Komponenten der Harmonischen / Interharmonischen für Phase L1
	1 2 3 N	Komponenten der Harmonischen / Interharmonischen für Phase L2
	1 2 3 N	Komponenten der Harmonischen / Interharmonischen für Phase L3
	1 2 3 N	Komponenten der Harmonischen / Interharmonischen für Nullleiterkanal
F4	METER	Umschalten zur Ansicht METER (MESSWERTE)
	BAR	Umschalten zur Ansicht BAR (BALKEN)
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (VERLAUF) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
ENTER	Cursor zwischen Spannungs- und Stromhistogramm umschalten	
▲ ▼	Amplitude des angezeigten Histogramms skalieren	
◄ ►	Cursor zur Auswahl der Einzelbalken für Harmonische / Interharmonische	
ESC	Beenden des Festhaltens (HOLD) des Bildschirms ohne Speichern Rückkehr zum Menübildschirm "MEASUREMENTS".	

3.5.3 Ansicht Trend (Verlauf)

Bei aktivem RECORDER ist die Ansicht TREND (VERLAUF) verfügbar (wie man den Recorder (Aufzeichnungsmodus) startet, wird in 3.9 erklärt. Spannungs- und Strom-Oberwellenkomponenten (Harmonische / Interharmonische) können mithilfe der Cycling (Durchlauf-) Funktionstaste F4 (METER-BAR-TREND) beobachtet werden.

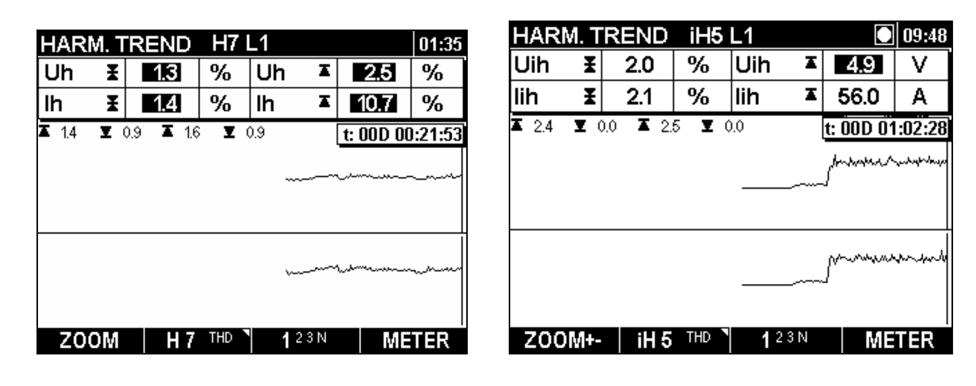


Abbildung 3.24: Verlauftabelle Harmonische und Interharmonische

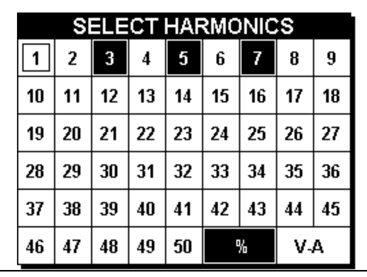
Tabelle 3.21: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Strom-Recorderstatus:
◙	RECORDER ist aktiv
⧗	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)

20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
ThdU	Maximal- (▲) und Mittel- (⧗) Wert des Spannungsgesamtklirrfaktors THD_U für die ausgewählte Phase
ThdI	Maximal- (▲) und Mittel- (⧗) Wert des Stromgesamtklirrfaktors THD_I für die ausgewählte Phase
Uh/Uih	Maximal- (▲) und Mittel- (⧗) Wert der ausgewählten n-ten Oberwellen-spannung (Harmonische / Interharmonische) für die ausgewählte Phase
Ih/Iih	Maximal- (▲) und Mittel- (⧗) Wert des ausgewählten n-ten Oberwellen-stroms (Harmonische / Interharmonische) für die ausgewählte Phase
t: 00D 00:13:23	Zeit Strom-RECORDER (Tage Stunden:Min.:Sek.)
▲ 1.4 V ▼ 0.9 V ▲ 1.6 A ▼ 0.9 A	Aufgezeichnete Maximal (▲) und Minimal- (▼) Größe

Tabelle 3.22: Tastenfunktionen

	ZOOM-+ ZOOM+-	Vergrößern Verkleinern
 Drücken & halten		Auswählen: Max. 3 Oberwellen (Harmonische / Interharmonische) pro beobachteten Verlauf Einheiten Harmonische / Interharmonische: ○ % der der ersten Oberwellen (Harmonischen / Interharmonischen), ○ Absolutwerte (in Volt / Ampere)
		Auswählen zwischen den Trends (Verläufen) zahlreicher Parameter: Standardmäßig sind dies:
	THD H3	Gesamtklirrfaktor für die ausgewählte Phase ($THDU_p$)
	H3 H5	Oberwelle (Harmonische / Interharmonische) der 3. Ordnung für die ausgewählte Phase (U_ph_3)
	H5 H7	Oberwelle (Harmonische / Interharmonische) der 5. Ordnung für die ausgewählte Phase (U_ph_5)
	H7 THD	Oberwelle (Harmonische / Interharmonische) der 7. Ordnung für die ausgewählte Phase (U_ph_7)
		Auswählen zwischen den Ansichten für die Oberwellen von einzelne Phase, Neutral, Alle-Phasen und Leitung:
	1 2 3 N	Oberwellenkomponenten (Harmonische / Interharmonische) für Phase L1 (U_1h_n)



Taste	Symbol	Funktion
	1 2 3 N	Oberwellenkomponenten (Harmonische / Interharmonische) für Phase L2 (U_2h_n)
	1 2 3 N	Oberwellenkomponenten (Harmonische / Interharmonische) für Phase L3 (U_3h_n)
	1 2 3 N	Oberwellenkomponenten (Harmonische / Interharmonische) für Nullleiterkanal (U_Nh_n)
F4	METER	Umschalten zur Ansicht METER (MESSWERTE)
	BAR	Umschalten zur Ansicht BAR (BALKEN)
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (VERLAUF) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
ESC		Rückkehr zum Menübildschirm "MEASUREMENTS".

Auswahl von Oberwellen (Harmonische / Interharmonische) für beobachteten Verlauf

Es können maximal 3 Harmonische / Interharmonische ausgewählt werden. F2-Taste im Bildschirm TREND drücken und gedrückt halten, für die Auswahl öffnet sich eine Tabelle. Beachten Sie, dass nur die aufgezeichneten Harmonischen / Interharmonischen ausgewählt werden können. Einstellung der Aufzeichnungsparameter siehe Abschnitt 3.9.

Tabelle 3.23: Tastenfunktionen

Taste	Symbol	Funktion
F4	SET	Auswahl für Harmonische / Interharmonische in einer Tabelle treffen oder aufheben
▲ ▼ ◀ ▶		Cursortasten (Bewegen in der Tabelle)
ENTER		Auswahl von Oberwellen (Harmonische / Interharmonische) für beobachteten Verlauf bestätigen
ESC		Auswahl von Oberwellen (Harmonische / Interharmonische) für beobachteten Verlauf ohne Änderungen aufheben.

3.6 Flickermessung

Das Flickermeter (die Flickermessung) misst die menschliche Wahrnehmung des Effekts der Amplitudenmodulation auf die Netzspannung mithilfe einer Glühlampe. Im Menü Flickermeter (Flickermessung) zeigt das Instrument die gemessenen Flickerparameter. Die Ergebnisse können in Reiterform (METER) oder in Diagramm-form (TREND) ausgegeben werden - nur aktiv, wenn RECORDER aktiv ist. Im Bereich 3.9 finden Sie Anweisungen zum Start der Aufzeichnung. Zum Verständnis der Bedeutung der einzelnen Parameter, s. Abschnitt 5.1.9.

3.6.1 Meter-Anzeige

Durch Aktivierung des Menüs FLICKERMETER aus dem Messungs-Menü heraus wird die tabellarische Darstellung FLICKERMETER angezeigt *(s. folgende Abbildung)*.

FLICKERMETER	L1	L2	L3
Urms	230.6	228.3	230.0 V
Pst (1min)	0.575	0.764	0.464
Pst	0.517	0.666	0.542
Plt	2.090	2.305	1.338
HOLD			TREND

Abbildung 3.25: Bildschirm Flickermeter-Tabelle

Die Symbole und Abkürzungen, die in den Bildschirmen METER (MESSWERTE) verwendet werden, werden in der folgenden Tabelle erklärt.

Tabelle 3.24: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

Symbol	Beschreibung
	Strom-Recorderstatus:
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
Urms	Echt-Effektivwert U_{Rms}
Pst(1min)	Kurzfristiges Flickern (1 Min.) P_{st1min}
Pst	Kurzfristiges Flickern (10 Min.) P_{st}
Plt	Langfristiges Flickern (2 h) P_{lt}
2.090	Werden die Messwerte invertiert farblich dargestellt, so sind sie ungültig (bei Überschreitung des Spannungsbereichs, Spannungsabfällen, niedrige Spannung etc.)

Tabelle 3.25: Tastenfunktionen

Taste		Funktion
F1		Momentanwert der Wellenform:
	HOLD	Festhalten (Hold) der Messung in der Anzeige
	SAVE	Save (Speicherung) der Messung im Speicher
F4	METER	Umschalten zur Ansicht METER (MESSWERT) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (VERLAUF) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
ESC		Beenden des Festhaltens (HOLD) des Bildschirms ohne Speichern Rückkehr zum Menübildschirm "MEASUREMENTS".

3.6.2 Ansicht Trend (Verlauf)

Bei aktivierter Aufzeichnung ist die Ansicht TREND (VERLAUF) verfügbar (wie man den die Aufzeichnung startet, wird in 3.9 erklärt. Flickerparameter können mithilfe der Cycling (Durchlauf-) Funktionstaste F4 (METER-TREND) beobachtet werden.

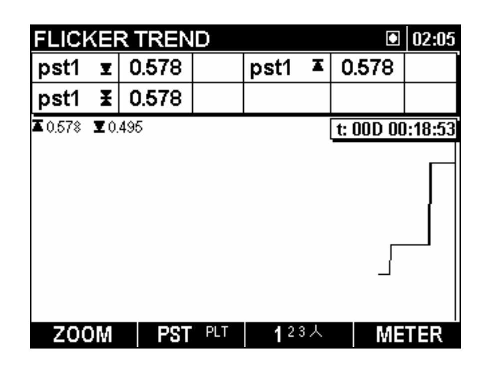


Abbildung 3.26: Bildschirm Flickermeter-Verlauf.

Tabelle 3.26: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Strom-Recorderstatus:
▣	RECORDER ist aktiv
⧗	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
pstmp p: [1..3]	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Wert eines einminütigen Kurzzeitflickers P_{st1min} für Phasenspannungen U_1, U_2, U_3 oder Leiterspannungen U_{12}, U_{23}, U_{31}
pstp p: [1..3]	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Wert eines zehnminütigen Kurzzeitflickers P_{st} für Phasenspannungen U_1, U_2, U_3 oder Leiterspannungen U_{12}, U_{23}, U_{31}
pltp p: [1..3]	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Wert eines zweistündigen Langzeitflickers P_{lt} für Phasenspannungen U_1, U_2, U_3 oder Leiterspannungen U_{12}, U_{23}, U_{31}
t: 00D 00:13:23	Zeit Strom-RECORDER (Tage Stunden:Min.:Sek.)
▲0.578 ▼0.495	Maximal und minimal aufgezeichnetes Flickern

Tabelle 3.27: Tastenfunktion

F1	ZOOM-+	Vergrößern
	ZOOM+-	Verkleinern
F2		Auswählen zwischen den folgenden Optionen:
	PST PLT	Kurzfristiges Flickern (10 Min.) P_{st} anzeigen
	PLT PSTMIN	Langfristiges Flickern P_{lt}
	PSTMIN PST	Kurzfristiges Flickern (1 Min.) P_{st1min} anzeigen
F3		Auswählen zwischen den Trends (Verläufen) zahlreicher Parameter:

	1 2 3 ⅄	Ausgewählte Flickertrends (-verläufe) für Phase 1 anzeigen
	1 2 3 ⅄	Ausgewählte Flickertrends (-verläufe) für Phase 2 anzeigen
	1 2 3 ⅄	Ausgewählte Flickertrends (-verläufe) für Phase 3 anzeigen
	1 2 3 ⅄	Ausgewählte Flickertrends (-verläufe) für alle Phasen (nur Mittelwert) anzeigen
F4	METER	Umschalten zur Ansicht METER (MESSWERTE)
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (VERLAUF)
ESC		Rückkehr zum Menübildschirm "MEASUREMENTS".

3.7 Ansicht Phasendiagramm

In der Ansicht "Phase diagram" Phasendiagramm werden die Grundspannungen, -ströme und Phasenwinkel des Netzes grafisch dargestellt. Diese Ansicht wird dringend empfohlen, um vor der Durchführung von Messungen zu prüfen, ob das Instrument korrekt angeschlossen ist. Beachten Sie, dass die meisten Messfehler durch falsch angeschlossene Instrumente entstehen (empfohlene Messmethoden, s. 4.1). In der Ansicht Phasendiagramm wird im Instrument Folgendes angezeigt:

- Grafische Darstellung der Spannungs- und Stromvektoren des gemessenen Systems,
- Asymmetrie des gemessenen Systems.

3.7.1 Der Bildschirm Phasendiagramm

Durch Aktivierung des Menüs "PHASE DIAGRAM" (PHASENDIAGRAMM) aus dem Messungsmenü MEASUREMENTS MENU heraus wird der folgende Bildschirm eingeblendet *(s. folgende Abbildung)*.

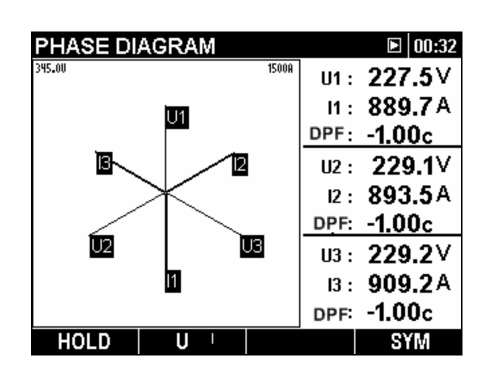


Abbildung 3.27: Bildschirm Phasendiagramm.

Tabelle 3.28: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Strom-Recorderstatus:
⊡	RECORDER ist aktiv
⧗	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
▷	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments

U1, U2, U3	Grundspannungen U_{1Fnd}, U_{2Fnd}, U_{3Fnd}
I1, I2, I3	Grundströme I_{1Fnd}, I_{2Fnd}, I_{3Fnd}
DPF	Verschiebungsfaktor (Displacement Factor) (cos φ) für eine bestimmte Phase: DPF_1, DPF_2, DPF_3
345.0V 1500A	Zeigt die Strom- und Spannungsskalierung an. Der Wert entspricht dem höchsten Strom- bzw. Spannungswert des Diagramms (d. h. der oberen horizontalen Linie).

Tabelle 3.29: Tastenfunktion

F1		Momentanwert der Wellenform:
	HOLD	Festhalten (Hold) der Messung in der Anzeige
	SAVE	Save (Speicherung) der Messung im Speicher
F2	U I	Auswahl der Spannungen bei der Skalierung (mit Cursors)
	I U	Auswahl des Stroms bei der Skalierung (mit Cursors)
F4	U-I	Umschalten zum Phasendiagramm
	SYM	Umschalten zum Symmetriediagramm
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (VERLAUF) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
ENTER	Details des ausgewählten Ereignisses anzeigen.	
▲ ▼	Amplitude des angezeigten Diagramms skalieren.	
ESC	Beenden des Festhaltens (HOLD) des Bildschirms ohne Speichern Zurück zum MEASUREMENTS-Menü.	

3.7.2 Symmetriediagramm

Das Symmetriediagramm stellt die Spannungs- / Strom-Symmetrie bzw. -Asymmetrie des gemessenen Systems dar. Asymmetrie entsteht, wenn die RMS-Werte bzw. Phasenwinkel zwischen konsekutiven Phasen nicht gleich sind. Das Diagramm wird in der folgenden Abbildung gezeigt.

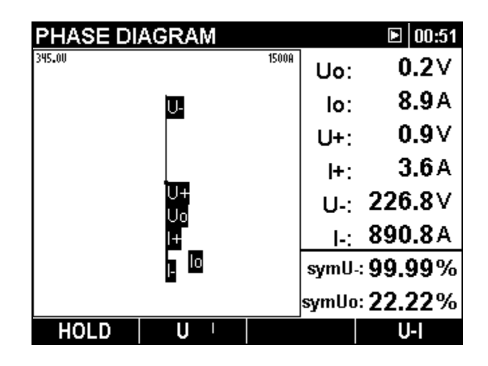


Abbildung 3.28: Bildschirm Symmetriediagramm

Tabelle 3.30: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Strom-Recorderstatus:
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
U0 I0	Nullsequenz-Spannungskomponente U^0 Nullsequenz-Stromkomponente I^0
U+ I+	Positivsequenz-Spannungskomponente U^+ Positivsequenz-Stromkomponente I^+
U- I-	Negativsequenz-Spannungskomponente U^- Negativsequenz-Stromkomponente I^-
symU- symI-	Negativsequenz-Spannungsverhältnis u^- Negativsequenz-Stromverhältnis i^-
symU+ symI-	Nullsequenz-Spannungsverhältnis u^0 Nullsequenz-Stromverhältnis i^0
345.0U 1500A	Zeigt die Strom- und Spannungsskalierung an. Der Wert entspricht dem höchsten Strom- bzw. Spannungswert des Diagramms (d. h. der oberen horizontalen Linie).

Tabelle 3.31: Tastenfunktion

F1		Momentanwert der Wellenform:
	HOLD	• Festhalten (Hold) der Messung in der Anzeige
	SAVE	• Save (Speicherung) der Messung im Speicher
F2	U I	Zwischen den Spannungen u^-/u^0 umschalten und die Spannung zur Skalierung auswählen (mit Cursors)
	I U	Zwischen den Strömen i^-/i^0 umschalten und den Strom zur Skalierung auswählen (mit Cursors)
F4	U-I	Umschalten zum Phasendiagramm
	SYM	Umschalten zum Symmetriediagramm
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (VERLAUF) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
▲ ▼		Amplitude des angezeigten Diagramms skalieren.
ESC		Zurück zum MEASUREMENTS-Menü.

3.7.3 Symmetrieverlauf

Währen der aktiven Aufzeichnung ist die Ansicht SYMETRY **TREND** (SYMMETRIEVERLAUF) verfügbar (wie man den Recorder (Aufzeichnungsmodus) startet, wird in 3.9 erklärt.

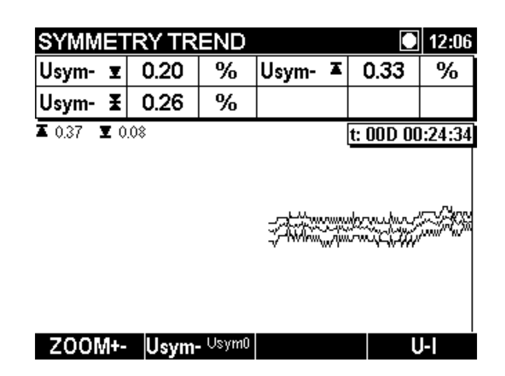


Abbildung 3.29: Bildschirm Symmetrieverlauf (Symmetry Trend)

Tabelle 3.32: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Strom-Recorderstatus:
⊡	RECORDER ist aktiv
⧗	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
Usym-	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Wert des negativen Sequenzspannungs-Verhältnisses u- für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
Usym0	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Wert des Nullsequenz-spannungs-Verhältnisses u^0 für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
Isym-	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Wert des negativen Sequenzstrom-Verhältnisses i- für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
Isym0	Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Wert des Nullsequenzstrom-Verhältnisses i^0 für das zuletzt aufgezeichnete Zeitintervall (IP)
t: 00D 00:13:23	Zeit Strom-RECORDER (Tage Stunden:Min.:Sek.)
▲0.578 ▼0.495	Aufgezeichnete Maximal (▲) und Minimal- (▼) Größe

Tabelle 3.33: Tastenfunktionen

F1	ZOOM-+	Vergrößern
	ZOOM+-	Verkleinern
F2	Usym- Usym0	Ansicht Negativsequenz-Spannungsverhältnis
	Usym0 Isym-	Ansicht Nullsequenz-Spannungsverhältnis
	Isym- Isym0	Ansicht Negativsequenz-Stromverhältnis
	Isym0 Usym-	Ansicht Nullsequenz-Stromverhältnis
F4	U-I	Umschalten zum Phasendiagramm
	SYM	Umschalten zum Symmetriediagramm
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (VERLAUF) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
ESC	Rückkehr zum Menübildschirm "MEASUREMENTS".	

3.8 Temperatur

Die Instrumente PowerQ4 / PowerQ4 Plus können die Temperatur messen und aufzeichnen. Die Temperatur wird in beiden Einheiten, sowohl in Celsius als auch in Fahrenheit ausgegeben. In den folgenden Bereichen finden Sie Anweisungen zum Start der Aufzeichnung. Wie man eine Nullleiterklemmeneingang mit Temperaturfühler einrichtet, erfahren Sie im Bereich 4.2.4.

3.8.1 Meter-Anzeige

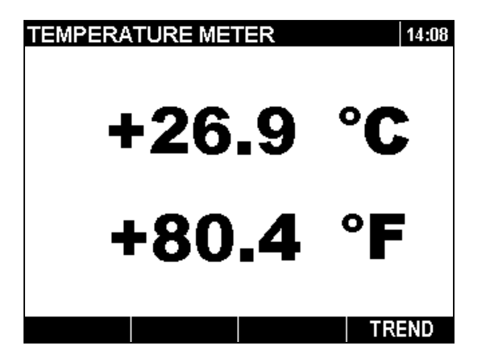
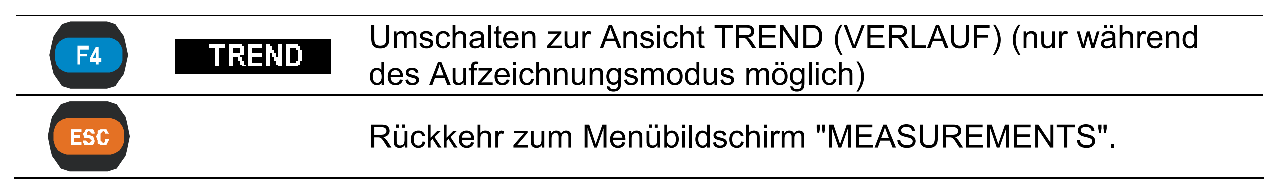


Abbildung 3.30: Bildschirm Temperaturermessung

Tabelle 3.34: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Strom-Recorderstatus • Instrument zeichnet auf • Instrument ist beschäftigt. (Datenspeicherung) • Instrument nicht in Aufzeichnungsmodus
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments

Tabelle 3.35: Tastenfunktion



F4	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (VERLAUF) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
ESC		Rückkehr zum Menübildschirm "MEASUREMENTS".

3.8.2 Ansicht Trend (Verlauf)

Der Temperaturmessungsverlauf kann nur angezeigt werden, wenn die Aufzeichnung läuft. Die Aufzeichnungen mit Temperaturangaben können mithilfe der PC-Software PowerView v2.0 eingesehen werden.

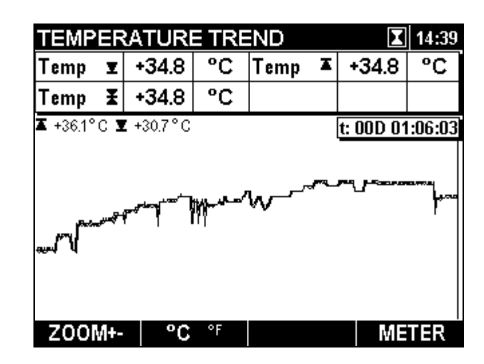


Abbildung 3.31: Bildschirm Temperaturverlauf (Trend)

Tabelle 3.36: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Strom-Recorderstatus • Instrument zeichnet auf • Instrument beschäftigt (speichert Daten ab)
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
Temp:	Maximal- (), Mittel- () und Minimal- () Wert der Temperatur für das zuletzt gemessene Zeitintervall (IP)
t: 00D 00:13:23	Zeit Strom-RECORDER (Tage Stunden:Min.:Sek.)
+36.1°C +30.7°C	Maximal- und Minimaltemperatur beim angezeigten Diagramm

Tabelle 3.37: Tastenfunktionen

F1	ZOOM-+ ZOOM+-	Vergrößern Verkleinern
F2	°C °F	Temperaturskala ändern (Celsius / Fahrenheit)
F4	METER	Umschalten zur Ansicht METER (MESSWERTE)
ESC	Rückkehr zum Menübildschirm "MEASUREMENTS".	

3.9 Allgemeiner Recorder

PowerQ4 / PowerQ4 Plus können die gemessenen Daten im Hintergrund aufzeichnen. Im Menü RECORDER kann der Benutzer die Parameter einstellen, die bei der Aufzeichnung hinsichtlich Typ, Dauer sowie Anzahl der Signale für die Aufzeichnung erfüllt werden sollen. Durch Aktivieren des Menüs "RECORDER" wird der folgende Bildschirm eingeblendet:

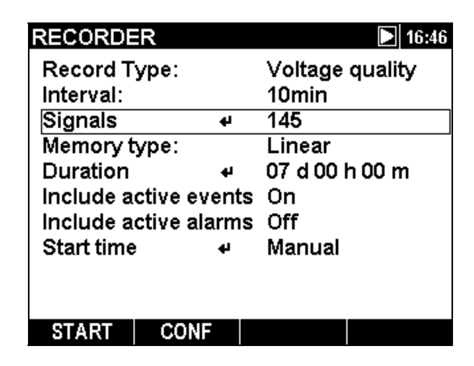


Abbildung 3.32: Bildschirm für Basiseinstellung Recorder

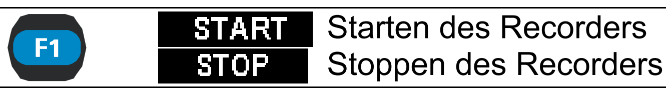
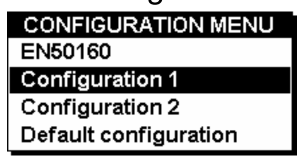
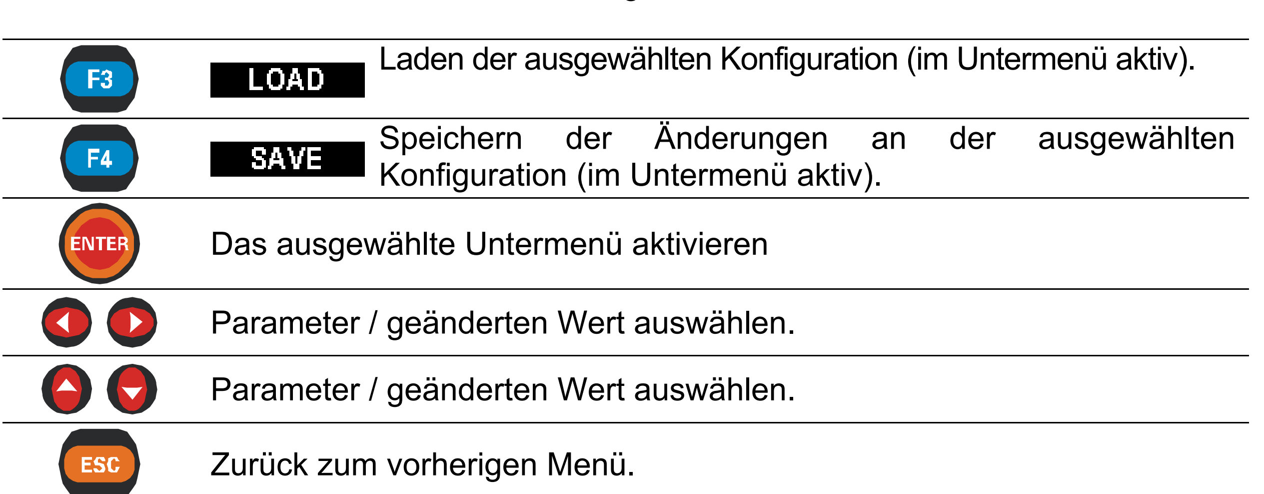
In der folgenden Tabelle werden die Recordereinstellungen erklärt:

Tabelle 3.38: Beschreibung der Recordereinstellungen

Record type (Datensatztyp):	Wählen Sie den Datensatztyp aus. Folgende Optionen sind verfügbar und können mithilfe des Konfigurationsmenüs eingestellt werden: • Datensatz (benutzerdefiniert) • Spannungsqualität (gemäß EN 50160)
Intervall	Recorder-Aggregationsintervall auswählen. Für jedes Zeitintervall werden (je Signal) die Minimal-, Mittel- und Maximalwerte aufgezeichnet. Je kleiner das Intervall ist, desto mehr Messungen werden für dieselbe Datensatzlänge vorgenommen. **Hinweis:** Falls nicht genügend Speicherplatz für das gewünschte Intervall bzw. die gewünschte Aufzeichnungsdauer zur Verfügung steht, ändert das Instrument die Dauer automatisch. **Hinweis:** Datensätze nach EN 50160 speichern nur Mittelwerte pro Intervall.
Signals (Signale)	Die aufzuzeichnenden Signale auszuwählen. Siehe 4.2.5 (detaillierte Kanalliste). CHANNELS SETUP 17:35 U, I, f On Power & Energy On Flickers Off Sym Off Harmonics On Interharmonics On • U, I, f – Spannungs-, Strom- und Frequenzparameter für die Aufzeichnung auswählen. • Power & Energy – Leistungs- & Energieparameter für die Aufzeichnung auswählen. • Flickers – Flickerparameter für die Aufzeichnung auswählen.

<table>
<tr><td></td><td>• Sym – Asymmetrieparameter für die Aufzeichnung auswählen.
• Harmonics – auswählen, welche Spannungs- und Stromoberwellen mit aufgezeichnet werden sollen.
HARMONICS SETUP
Voltage 1 ➔ 50 All
Current 1 ➔ 50 All
Der Benutzer hat folgende Auswahlmöglichkeiten:
o Erste und letzte aufzuzeichnende Spannungs- bzw. Stromoberwelle;
o Gerade, ungerade oder alle Oberwellen-komponenten für die Aufzeichnung auswählen.
• Interharmonische – Auswählen, welche Spannungs- und Stromoberwellen (Interharmonische) mit aufgezeichnet werden sollen.
Hinweis: Wenn nur Harmonische oder Interharmonische ausgewählt werden, kann der Benutzer bis zur 50. Ober-wellenkomponente (Harmonische / Interharmonische) aufzeichnen. Im Falle einer kombinierten Aufzeichnung der Benutzer bis zur 25. Oberwellenkomponente (Harmonische/Interharmonische) aufzeichnen.</td></tr>
<tr><td>Speicherart</td><td>Speicherart auswählen:
• Linear – normaler Recorder, startet und stoppt je nach Benutzereinstellungen.
• Zirkular – wenn die Aufzeichnungen, den freien Speicher übersteigen, werden die ältesten Daten der aktuellen Aufzeichnung mit den neuesten überschrieben. Die Menge an aufgezeichneten Aggregationsintervallen wird durch den freien Flashspeicher vor Beginn der Aufzeichnung begrenzt.</td></tr>
<tr><td>Duration (Dauer)</td><td>Die Aufzeichnungsdauer auswählen.
SET DURATION
07 Day 00 Hour 00 Min
Hinweis: Wenn die Zeitdauer größer als die für den vorhandenen Speicherplatz mögliche Zeitdauer, so wird die Zeit automatisch entsprechend gekürzt.</td></tr>
<tr><td>Include active events (Aktive Ereignisse aufzeichnen)</td><td>Auswählen, ob aktive Ereignisse aufgezeichnet werden.</td></tr>
<tr><td>Include active alarms (Aktive Alarme aufzeichnen)</td><td>Auswählen, ob aktive Alarme aufgezeichnet werden.</td></tr>
<tr><td>Start time (Startzeit)</td><td>Den Startzeitpunkt für die Aufzeichnung festlegen:
• Manual (manuell): die Funktionstaste F1 betätigen
• Eine vordefinierte Startzeit festlegen, zu der der Recorder die Aufzeichnung beginnen soll
SET START TIME
01:03:00
01.01.00</td></tr>
</table>

Tabelle 3.39: Tastenfunktionen

Taste	Funktion	Beschreibung
 F1	START STOP	Starten des Recorders Stoppen des Recorders
F2	CONF	Öffnen des Untermenüs Configuration  Folgende Optionen sind verfügbar: • "EN50160" – vordefinierte Konfiguration für die Prüfung nach EN 50160. • Configuration 1 - Benutzerdefinierte Konfiguration. • Configuration 2 - Benutzerdefinierte Konfiguration. • "Default configuration" – Werkseinstellungen. **Hinweis:** Die Prüfung nach EN 50160 zeichnet lediglich Mittelwerte über eine festgelegte Zeitdauer auf. **Hinweis:** Die Prüfung nach EN 50160 zeichnet standardmäßig nur Spannungsparameter auf. Strom, Leistung und andere Werte werden weder aufgezeichnet noch standardmäßig im Verlaufsdiagramm gezeigt. Mithilfe des Menüs SIGNALS kann der Benutzer Leistungs- bzw. Stromkanäle hinzufügen und gleichzeitig eine Netzanalyse und eine Messung nach EN 50160 durchführen.
 F3	LOAD	Laden der ausgewählten Konfiguration (im Untermenü aktiv).
F4	SAVE	Speichern der Änderungen an der ausgewählten Konfiguration (im Untermenü aktiv).
ENTER		Das ausgewählte Untermenü aktivieren
◄ ►		Parameter / geänderten Wert auswählen.
▲ ▼		Parameter / geänderten Wert auswählen.
ESC		Zurück zum vorherigen Menü.

3.10 Wellenform-Recorder[6]

Der Wellenform-Recorder ist ein sehr leistungsstarkes Tool zur Fehlerbehebung und zum Messen von Strom und Spannung in Wellenform. Die Wellenformmethode speichert über eine definierte Anzahl Perioden ausgewählter Spannungs- und Stromsignale ab einem Auslösezeitpunkt. Jede Aufzeichnung besteht aus einem Auslösepuffer Vorpuffer (vor Auslösepunkt) und einem Speicherpuffer (nach Auslösung).

[6] nur PowerQ4 Plus

3.10.1 Setup (Einrichtung)

Durch Aktivierung des Menüs "WAVEFORM RECORDER" aus dem Menübildschirm "RECORDERS" wird der Setupbildschirm "WAVEFORM RECORDER" angezeigt.

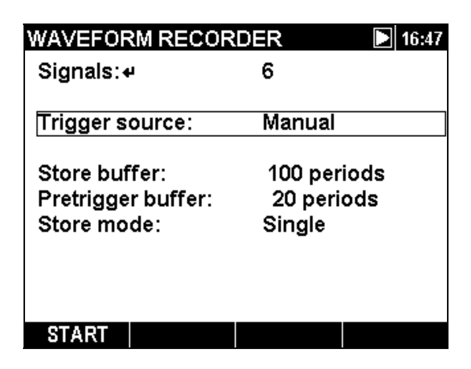
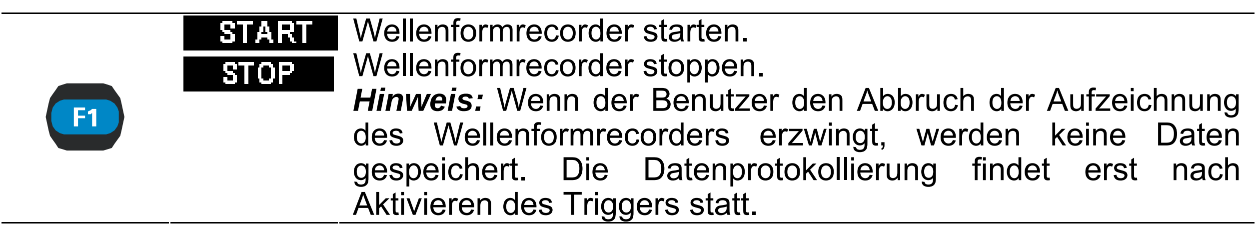


Abbildung 3.33: Bildschirm für Wellenform-Recorder

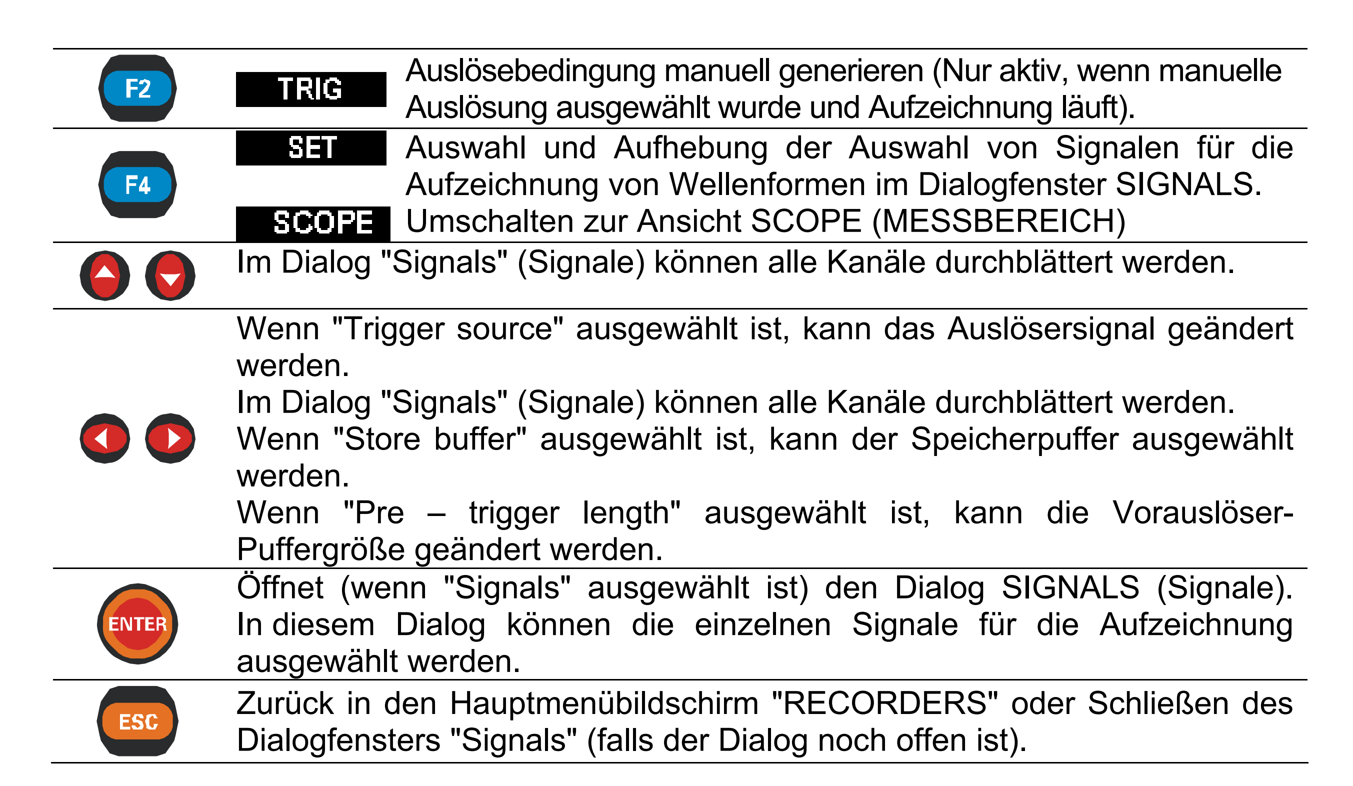
Tabelle 3.40: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

Signals (Signale)	Die aufzuzeichnenden Signale auswählen: SIGNALS U1 U2 U3 Un I1 I2 I3 In
Auslösersignal	Setup Auslösesignal: • **Manuell** – ausgelöst durch F1 - TRIG-Taste; • **Ereignisse** – ausgelöst durch Spannungsereignis; • **Alarme** – ausgelöst durch Alarmaktivierung; • **Ereignisse und Alarme** – Spannungs- oder Alarmereignis löst Aufzeichnung aus. **Hinweis:** *Die Auslösereinstellungen können in den Spannungsereignissen und Alarmeinstellungen vor-genommen werden.*
Speicherpuffer	Anzahl der aufzuzeichnenden Perioden.
Vorauslöserpuffer	Länge des Vorauslöserpuffers (Anzahl der Perioden).
Speichermodus	Setup des Speichermodus: • **Einzelspeicherung** – Wellenform-Aufzeichnung endet nach erstem Auslöser; • **Laufende Speicherung** – fortlaufende Wellenform-Aufzeichnung bis Benutzer die Messung stoppt oder der Speicherplatz des Instruments belegt ist. Aufeinanderfolgende Wellenformaufzeichnungen werden als separater Datensatz behandelt.

Tabelle 3.41: Tastenfunktionen



F1	START	Wellenformrecorder starten.
	STOP	Wellenformrecorder stoppen. ***Hinweis:*** Wenn der Benutzer den Abbruch der Aufzeichnung des Wellenformrecorders erzwingt, werden keine Daten gespeichert. Die Datenprotokollierung findet erst nach Aktivieren des Triggers statt.



Taste		Funktion
F2	TRIG	Auslösebedingung manuell generieren (Nur aktiv, wenn manuelle Auslösung ausgewählt wurde und Aufzeichnung läuft).
F4	SET	Auswahl und Aufhebung der Auswahl von Signalen für die Aufzeichnung von Wellenformen im Dialogfenster SIGNALS.
	SCOPE	Umschalten zur Ansicht SCOPE (MESSBEREICH)
▲ ▼		Im Dialog "Signals" (Signale) können alle Kanäle durchblättert werden.
◄ ►		Wenn "Trigger source" ausgewählt ist, kann das Auslösersignal geändert werden. Im Dialog "Signals" (Signale) können alle Kanäle durchblättert werden. Wenn "Store buffer" ausgewählt ist, kann der Speicherpuffer ausgewählt werden. Wenn "Pre – trigger length" ausgewählt ist, kann die Vorauslöser-Puffergröße geändert werden.
ENTER		Öffnet (wenn "Signals" ausgewählt ist) den Dialog SIGNALS (Signale). In diesem Dialog können die einzelnen Signale für die Aufzeichnung ausgewählt werden.
ESC		Zurück in den Hauptmenübildschirm "RECORDERS" oder Schließen des Dialogfensters "Signals" (falls der Dialog noch offen ist).

3.10.2 Aufzeichnen der Wellenform

Der folgende Bildschirm wird eingeblendet, wenn Benutzer die Wellenform-Protokollierung startet.

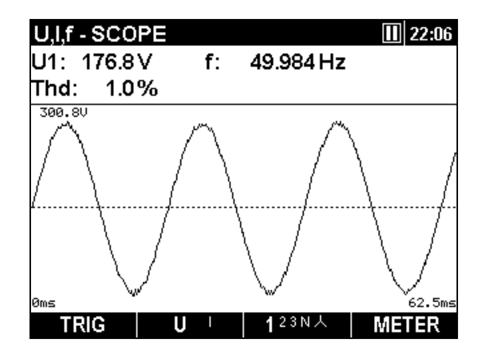


Abbildung 3.34: Messgeräte-Bildschirm für Wellenform-Recorder

Tabelle 3.42: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Aktueller Instrumentenstatus: • Das Instrument wartet auf ein Auslösesignal. • Das Instrument zeichnet auf (Piepton zeigt an, dass ein Auslöser-Grenzwert erreicht wurde). • Instrument beschäftigt (speichert Daten ab)
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
Up p: [1..3, N]	Echt-Effektivwert der Phasenspannung: U_{1Rms}, U_{2Rms}, U_{3Rms}, U_{NRms}
Upg p,g: [1, 2, 3]	Echt-Effektivwert der (Leiter-) Spannung Phase zu Phase: U_{12Rms}, U_{23Rms}, U_{31Rms}

Ip p: [1..3, N]	Echt-Effektivwert des Stroms: I_{1Rms}, I_{2Rms}, I_{3Rms}, I_{NRms}
Thd	Gesamtklirrfaktor für die angezeigte Größe (THD_U bzw. THD_I)
f	Frequenz auf Referenzkanal

Tabelle 3.43: Tastenfunktionen

Taste	Symbol	Funktion
F1	TRIG	Auslösebedingung manuell generieren (Nur aktiv, wenn manuelle Auslösung ausgewählt wurde und Aufzeichnung läuft).
F2		Auswählen der anzuzeigenden Wellenform:
	U I	Spannungswellenform anzeigen
	I U+I	Stromwellenform anzeigen
	U+I U/I	Spannungs- und Stromwellenform (Einzelmodus) anzeigen
	U/I U	Spannungs- und Stromwellenform (Dualmodus) anzeigen
F3		Auswählen zwischen den Ansichten Phase, Neutral, Alle-Phasen und Leitung:
	1 2 3 N ⅄	• Anzeige der Wellenformen für Phase L1
	1 2 3 N ⅄	• Anzeige der Wellenformen für Phase L2
	1 2 3 N ⅄	• Anzeige der Wellenformen für Phase L3
	1 2 3 N ⅄	• Anzeige der Wellenform für Nullkanal
	1 2 3 N ⅄	• Zusammenfassung aller Phasen-Wellenformen
	1 2 3 Δ	• Anzeige der Spannungsmessungen von Phase zu Phase
F4	METER	Umschalten zur Ansicht METER (MESSWERTE).
	SCOPE	Umschalten zur Ansicht SCOPE (MESSBEREICH)
ENTER		Auswählen, welche Wellenform vergrößert / verkleinert werden soll (nur bei U/I oder U+I).
▲ ▼		Vertikalen Zoomfaktor einstellen.
◄ ►		Horizontalen Zoomfaktor einstellen.
ESC		Rückkehr zum Setup-Menübildschirm "WAVEFORM RECORDER".

3.10.3 Wellenform-Erfassungen

Wellenform-Erfassungen können aus dem Menü Speicherliste aufgerufen werden. Folgende Ansichten für Wellenformen sind verfügbar:

- Tabellarische Anzeige der Messwerte U, I, f.
- Anzeige des Messbereichs U, I, f.
- Verlaufs-Bildschirm U,I,f RMS.

U,I,f - METER	R:23 L1	12:33
	U	I
RMS	194.6 V	1768 A
THD	0.7 %	0.0 %
CF	1.67	1.41
PEAK	325.0 V	2500 A
MAX 1/2	230.3 V	1771 A
MIN 1/2	0.0 V	0.0 A
f	49.984 Hz	
	1 2 3 N ⅄ Δ	SCOPE

Abbildung 3.35: Messwertanzeige der Wellenform-Erfassungen

Tabelle 3.44: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms – MESSWERTE

L1 L2 L3 L12 L23 L31 N ⅄ Δ	Aktuellen Wert des jeweiligen Kanals anzeigen.
R:23	Zeigt die Datensatznummer in der MEMORY LIST (SPEICHERLISTE)
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
RMS	Echt-Effektivwert $U_{Rms(10)}$ und $I_{Rms(10)}$.
THD	Gesamtklirrfaktor (Total Harmonic Distortion, Oberwellengehalt) THD_U und THD_I
CF	Crest-Faktor (Scheitelfaktor) Cf_U und Cf_I
PEAK	Scheitelwert U_{Pk} und I_{Pk}
MAX 1/2	Maximalspannung $U_{Rms(1/2)}$ $U_{Rms(1/2)Max}$ und Maximalstrom $I_{½Rms}$, $I_{½RmsMax}$ gemessen ab letztem Rücksetzen (Taste: F2).
MIN 1/2	Minimalspannung $U_{Rms(1/2)}$ $U_{Rms(1/2)Min}$ und Minimalstrom $I_{½Rms}$, $I_{½RmsMin}$ gemessen ab letztem Rücksetzen (Taste: F2).
f	Frequenz auf Referenzkanal

Tabelle 3.45: Tastenfunktionen – MESSWERTE

F3	**1** 2 3 N ⅄ Δ	Anzeige der Messungen für Phase L1
	1 **2** 3 N ⅄ Δ	Anzeige der Messungen für Phase L2
	1 2 **3** N ⅄ Δ	Anzeige der Messungen für Phase L3
	1 2 3 **N** ⅄ Δ	Anzeige der Messung für Nullkanal
	1 2 3 N **⅄** Δ	Zusammenfassung aller Phasenmessungen
	1 2 3 N ⅄ **Δ**	Anzeige der Spannungsmessungen von Phase zu Phase
F4	METER	Umschalten zur Ansicht METER (MESSWERTE).
	SCOPE	Umschalten zur Ansicht SCOPE (MESSBEREICH)
	TREND	Umschalten zur Ansicht TREND (VERLAUF) (nur während des Aufzeichnungsmodus möglich)
ESC		Rückkehr zum Setup-Menübildschirm "WAVEFORM RECORDER".

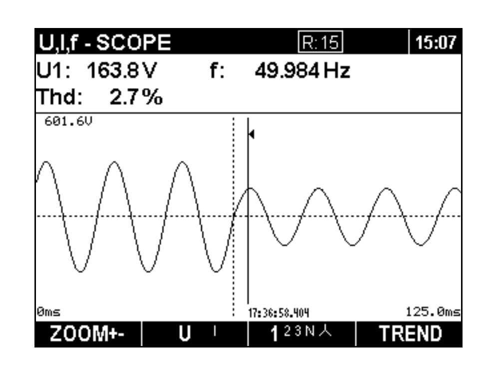


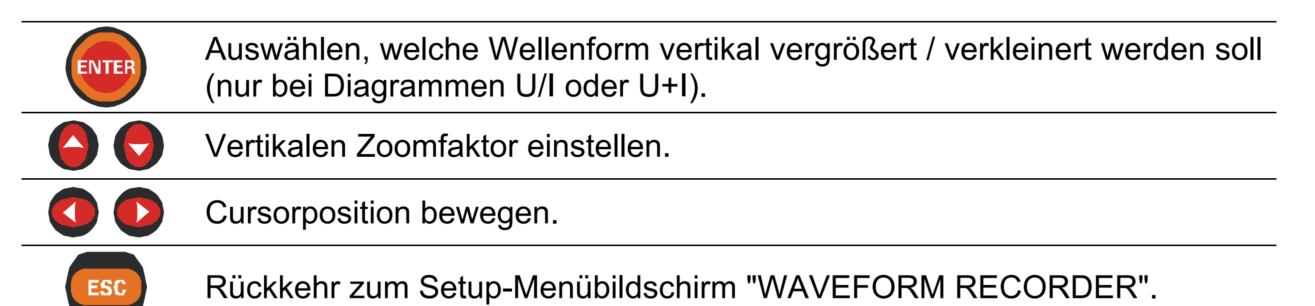
Abbildung 3.36: Messbereichsanzeige der Wellenform-Erfassungen

Tabelle 3.46: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms – MESSBEREICH

20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
R:15	Zeigt die Datensatznummer in der MEMORY LIST (SPEICHERLISTE)
U1, U2, U3, Un, U12, U23, U31	Echt-Effektivspannungswert – $U_{Rms(10)}$
I1, I2, I3, In	Echt-Effektivstromwert – $I_{Rms(10)}$
Thd	Gesamtklirrfaktor (Total Harmonic Distortion, Oberwellengehalt) THD_U und THD_I
f	Frequenz auf Referenzkanal
0ms 125.0ms	Zeitskala zu Beginn und am Ende des Messbereichs-Bildschirms
601.6V 2040A	Spannungs- / Stromskala und oberer / unterer Teil des Messbereich-Bildschirms
17:36:58.408	Zeit an der Cursorposition

Tabelle 3.47: Tastenfunktionen – MESSBEREICH

F1	ZOOM+-	Vergrößern.
	ZOOM-+	Verkleinern.
F2		Auswählen zwischen den folgenden Signalen:
	U I	Spannungswellenform anzeigen
	I U+I	Stromwellenform anzeigen
	U+I U/I	Spannungs- und Stromwellenform als Einzeldiagramm anzeigen;
	U/I U	Spannungs- und Stromwellenform in zwei separaten Diagrammen anzeigen.
F3	1 2 3 N ⅄ Δ	Anzeige der Messungen für Phase L1
	1 2 3 N ⅄ Δ	Anzeige der Messungen für Phase L2
	1 2 3 N ⅄ Δ	Anzeige der Messungen für Phase L3
	1 2 3 N ⅄ Δ	Anzeige der Messung für Nullleiterkanal
	1 2 3 N ⅄ Δ	Zusammenfassung aller Phasenmessungen
	1 2 3 N ⅄ Δ	Anzeige der Spannungsmessungen von Phase zu Phase
F4	TREND	Umschalten auf Anzeige RMS TREND.



Taste	Funktion
ENTER	Auswählen, welche Wellenform vertikal vergrößert / verkleinert werden soll (nur bei Diagrammen U/I oder U+I).
▲ ▼	Vertikalen Zoomfaktor einstellen.
◄ ►	Cursorposition bewegen.
ESC	Rückkehr zum Setup-Menübildschirm "WAVEFORM RECORDER".

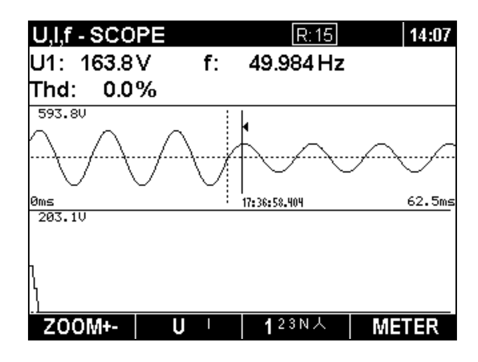


Abbildung 3.37: RMS-Verlaufsanzeige der Wellenform-Erfassungen

Tabelle 3.48: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms – VERLAUF

Symbol	Beschreibung
	Aktueller Recorderstatus;
	• Instrument zeichnet auf;
	• RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher);
	• Instrument nicht in Aufzeichnungsmodus.
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
U1, U2, U3, Un, U12, U23, U31	Echt-Effektivspannungswert – $U_{Rms(10)}$
I1, I2, I3, In	Echt-Effektivstromwert – $I_{Rms(10)}$
Thd	Gesamtklirrfaktor (Total Harmonic Distortion, Oberwellengehalt) THD_U und THD_I
f	Frequenz auf Referenzkanal
17:36:58.408	Zeit an der Cursorposition

Tabelle 3.49: Tastenfunktionen – VERLAUF

Taste	Symbol	Funktion
F1	ZOOM+-	Vergrößern.
	ZOOM-+	Verkleinern.
F2		Auswählen zwischen den folgenden Signalen:
	U I	Spannungswellenform anzeigen
	I U	Stromwellenform anzeigen.
		Auswählen zwischen Phase, Neutral, Alle-Phasen und Ansicht:

	1 2 3 N ⅄	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Phase L1
	1 2 3 N ⅄	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Phase L2
	1 2 3 N ⅄	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Phase L3
	1 2 3 N ⅄	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Neutral
	1 2 3 N ⅄	Zusammenfassung aller Phasentrends
F4	METER	Umschalten zur Ansicht METER (MESSWERTE).
ENTER		Cursor wechseln zwischen Wellenform-Messbereich und RMS-Verlauf.
▲ ▼		Vertikalen Zoom einstellen (nur wenn Cursor im Wellenform-Messbereich).
◄ ►		Cursorposition bewegen.
ESC		Rückkehr zum Setup-Menübildschirm "WAVEFORM RECORDER".

3.11 Recorder für Einschaltspitze

Ströme mit hohen Einschaltspitzen für Motoren können verursachen, dass Trennschalter oder Sicherungen auslösen. Der höchste erwartete Strom während einer Einschaltspitze kann zwischen 6 und 14 mal höher liegen, als der Gesamtlaststrom des Motors.

Diese Funktion basiert auf dem Prinzip, dass (Auslöser-)Daten mit positiven, negativen oder beiden Flanken eines Strom- oder Spannungseingangs protokolliert werden, wenn eingestellte Daten überstiegen werden.

Wenn der Auslöser auftritt, beginnt die Datenaufzeichnung. Das Instrument zeichnet solange auf, bis die Dauer erreicht wurde. Ebenso werden je nach Vorauslöserlänge die Parameter aufgezeichnet, die das Instrument vor dem Auslösesignal gemessen hat.

3.11.1 Setup (Einrichtung)

Durch Auswahl von "INRUSH / FAST RECORDER" im Menübildschirm "RECORDERS" wird der Bildschirm für Einschaltspitzen angezeigt *(siehe Abbildung unten)*.

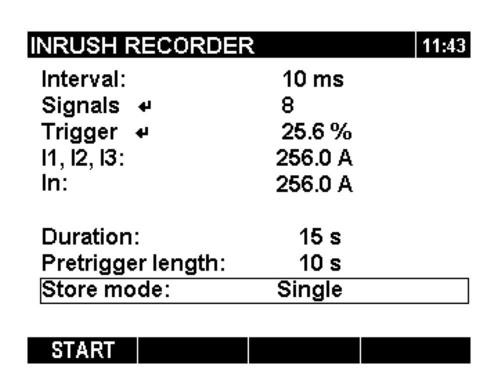


Abbildung 3.38: Bildschirm für Einschaltspitzen-Recorder

Tabelle 3.50: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

Intervall	Protokollierungsintervall einstellen (von 10 ms bis 200 ms).
Signals (Signale)	Die aufzuzeichnenden Signale auswählen: SIGNALS U1 U2 U3 Un I1 I2 I3 In
Trigger	Trigger einrichten: • Aktueller Eingang für Triggerquelle • Auslösewert, ab dem die Inrush (Einschaltspitzen-) Protokollierung beginnt • Auslöserflanken-Richtung (ABFALL, ANSTIEG, BEIDE). TRIGGER I1 I2 I3 In Level: 25.6 % I1, I2, I3: 256.0 A IN: 256.0 A Slope: FALL TRIGGER U1 U2 U3 Un Level: 27.8 % U1, U2, U3: 83.4 V UN: 83.4 V Slope: FALL
Duration (Dauer)	Gesamtprotokollzeit in Sekunden.
Vorabauslöser-Länge	Einstellen der Länge, der Protokollierung vor Auslöser-signal.
Speichermodus	Setup des Speichermodus: • **Einzelmessung** – Einzelne Protokollierung einer Einschaltspitze; • **Laufende Speicherung** – aufeinanderfolgende Einschaltspitzen-Protokollierung bis Benutzer die Messung stoppt oder der Speicherplatz des Instruments belegt ist. Jede aufeinanderfolgende Protokollierung einer Einschaltspitze wird als separater Datensatz behandelt.

Tabelle 3.51: Tastenfunktionen

F1	START U I I U	Starten des Inrush Logger (Einschaltspitzen-Protokollierung). Umschalten zwischen Spannungs- und Stromsignalauswahl als Auslöser (Nur im Dialogfenster "Auslöser (Trigger)"). ***Hinweis:*** Wenn der Benutzer den Abbruch der Aufzeichnung der Einschaltspitzen-Protokollierung erzwingt, werden keine Daten gespeichert. Die Datenprotokollierung findet erst nach Aktivieren des Triggers statt.
F4	SET	Umschalten zwischen ON (ausgewählt) und OFF (nicht ausgewählt) zur Aufzeichnung im Dialogfenster SIGNAL. Umschalten zwischen ON (ausgewählt) und OFF (nicht ausgewählt) zur Aufzeichnung im Dialogfenster SIGNAL.
▲ ▼		Auswählen von "Intervall", "Signale", "Auslöser", "Dauer", "Länge vor Auslöser" oder "Speichermodus" im Setup-Bildschirm "INRUSH LOGGER". Im Dialog "Signals" (Signale) kann zwischen den Spannungs- und Stromwerten geblättert werden.

	Im Dialog "Trigger" (Auslöser) kann zwischen Trigger Source (Auslösesignal), Trigger Level (Auslöseschwelle) und Trigger Slope (Auslösesteigung) geblättert werden.
◄ ►	Wenn "Interval" (Intervall) ausgewählt wird, kann die Intervalldauer geändert werden. Im Dialog "Signals" (Signale) können alle Kanäle durchgeblättert werden. Im Dialog "Trigger" (Auslöser) kann zwischen Trigger Sources (Auslösesignal) / Change Trigger Level (Auslösewert ändern) / Change Trigger Slope (Auslösesteigung ändern) geblättert werden.
ENTER	Öffnet (wenn "Signals" ausgewählt ist) den Dialog SIGNALS (Signale). In diesem Dialog können die einzelnen Signale für die Protokollierung ausgewählt werden. Öffnet (wenn "Trigger" ausgewählt ist) den Dialog TRIGGER (Auslöser). In dem Dialog können die Trigger-Kanäle gewählt und die Auslösewerte für Trigger Level (Auslösewert) und Trigger Slope (Auslösesteigung) für die Protokollierung definiert werden.
ESC	Zurück in den Hauptmenübildschirm "RECORDERS" oder Schließen des Dialogs "Signals" bzw. "Trigger" (falls der Dialog noch offen ist).

3.11.2 Erfassen der Einschaltspitze

Der folgende Bildschirm wird eingeblendet, wenn Benutzer die Einschaltspitzen-Protokollierung startet.

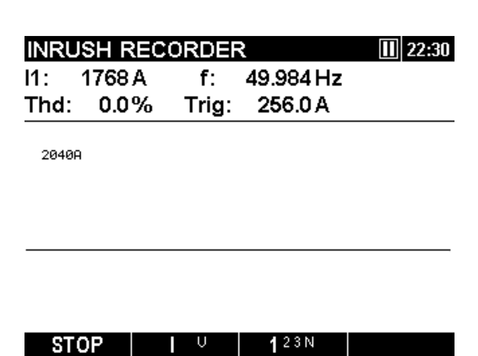


Abbildung 3.39: Bildschirm für Einschaltspitzen-Erfassung

Tabelle 3.52: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

[II] [◘]	Strom-Recorderstatus: • Instrument wartet (Auslösebedingungen sind nicht erfüllt); • Das Instrument zeichnet auf (Piepton zeigt an, dass ein Auslöser-Grenzwert erreicht wurde).
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
U1..UN	Echt-Effektivspannungswert $U_{Rms(10)}$
I1..IN	Echt-Effektivstromwert $I_{Rms(10)}$
Thd	Gesamtklirrfaktor (Total Harmonic Distortion) THD_U oder THD_I
f	Frequenz auf Referenzkanal
Trig	Festgelegter Auslösewert
230.4 V 2040 A	Entspricht dem aktuellen (Spannungs-)Wert oben im Graphen (horizontale Linie zwischen Graphen- und Tabellenwert)

Tabelle 3.53: Tastenfunktion

F1	STOP	Stoppen des Inrush Logger (der Einschaltspitzen-Protokollierung). ***Hinweis:*** Wenn der Benutzer den Abbruch der Aufzeichnung der Einschaltspitzen-Protokollierung erzwingt, werden keine Daten gespeichert. Die Datenprotokollierung findet erst nach Aktivieren des Triggers statt.
F2		Umschalten zwischen Spannungs- und Stromkanal.
	U I	Grafische Darstellung des Spannungsverlaufs $U_{Rms(1/2)}$ anzeigen
	I U	Grafische Darstellung des Stromverlaufs $I_{½Rms}$ anzeigen
F3		Auswählen zwischen Phasen.
	1 2 3 N	Diagramm und Parameter für Phase L1 anzeigen.
	1 2 3 N	Diagramm und Parameter für Phase L2 anzeigen.
	1 2 3 N	Diagramm und Parameter für Phase L3 anzeigen.
	1 2 3 N	Diagramm und Parameter für Nullleiter anzeigen.
ESC		Rückkehr zum Menübildschirm "RECORDERS".

3.11.3 Erfasste Einschaltspitze

Einschaltspitzen-Erfassungen können aus dem Menü Speicherliste aufgerufen werden. Mithilfe des Cursors kann der Signalverlauf betrachtet werden und innerhalb des Signalverlaufs geblättert werden. Die Daten werden in grafischer (Logger Histogram) und numerischer Form (Intervalldaten) dargestellt.
In den Datenfeldern können folgende Werte angezeigt werden:

- Minimum-, Maximum- und Mittelwertdaten des mit dem Cursor ausgewählten Intervalls,
- Zeit relativ zur Auslösezeit.

Der vollständige Verlauf des ausgewählten Signals kann im Histogramm betrachtet werden. Der Cursor wird auf das ausgewählte Intervall bewegt und kann über alle Intervalle hinweg bewegt werden. Alle Ergebnisse werden im Speicher des Instruments abgelegt. Die Signale werden automatisch skaliert.

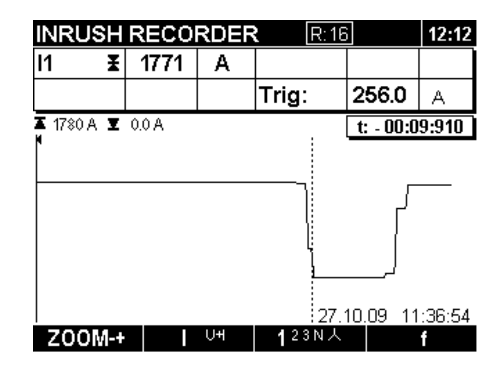


Abbildung 3.40: Erfasste Einschaltspitzen

Tabelle 3.54: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

Symbol	Beschreibung
⌛	Instrument lädt Daten aus dem Speicher.
R: 16	Zeigt die Datensatznummer in der MEMORY LIST (SPEICHERLISTE)
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
	Zeigt die Cursorposition im Diagramm.
U1..UN	Echt-Effektivspannungswert U_{Rms10} an der Cursorposition.
I1..IN	Echt-Effektivstromwert I_{Rms10} an der Cursorposition.
Trig	Festgelegter Auslösewert
230.6 V 225.3 V 892.1 A 3.4 A	Maximal- und Minimalwert (Strom / Spannung) im Diagramm.
01.01.00 00:46:31	Datum und Zeit der aktuellen Cursorposition.
t: - 00:00:630	Zeit relativ zum Auftreten des Auslösers.

Tabelle 3.55: Tastenfunktion

Taste	Anzeige	Funktion
F1	ZOOM+- ZOOM-+	Vergrößern. Verkleinern.
F2		Umschalten zwischen Spannungs- und Stromkanal:
	U I	Grafische Darstellung des Spannungsverlaufs $U_{Rms(1/2)}$ anzeigen;
	I U+I	Grafische Darstellung des Stromverlaufs $I_{½Rms}$ anzeigen;
	U+I U/I	Grafische Darstellung des Spannungsverlaufs $U_{rms(1/2)}$ und Stromverlaufs $I_{½Rms}$ in einem einzelnen Diagramm anzeigen;
	U/I U	Grafische Darstellung des Spannungsverlaufs $U_{rms(1/2)}$ und Stromverlaufs $I_{½Rms}$ zwei getrennten Diagrammen anzeigen
F3		Auswählen zwischen Phase, Neutral, Alle-Phasen und Ansicht:
	1 2 3 N ⅄	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Phase L1
	1 2 3 N ⅄	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Phase L2
	1 2 3 N ⅄	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Phase L3
	1 2 3 N ⅄	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Neutral
	1 2 3 N ⅄	Zusammenfassung aller Phasentrends
F4	f	Frequenzverlauf anzeigen.
	TREND	Spannungs- / Stromverlauf anzeigen
ENTER		Auswählen zwischen Messbereichen.
◄ ►		Mit dem Cursor durch die protokollierten Daten blättern.
ESC		Rückkehr zum Setup-Menübildschirm "INRUSH LOGGER".

3.12 Recorder für Transiente[7]

Eine Transiente ist eine **kurze, stark gedämpfte** Momentanspannung oder Stromstörung. Die Aufzeichnungen einer Transiente verläuft mit einer Abtastrate von 25kHz.

[7] nur PowerQ4 Plus

Das Messprinzip ähnelt der der Wellenform-Aufzeichnung, jedoch mit einer 10 mal höheren Abtastrate (1024 Abtastungen pro Periode). Im Gegensatz zu Aufzeichnungen von Einschaltspitzen oder Wellenformen, in denen die Aufzeichnung durch RMS-Werte ausgelöst wird, erfolgt die Auslösung hier durch einen bestimmten Abtastwert.

3.12.1 Setup (Einrichtung)

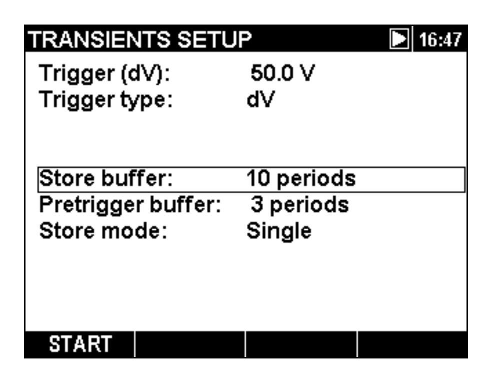


Abbildung 3.41: Setup-Bildschirm Transienten

Tabelle 3.56: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

Auslöser (dV)	Auslösewert: dV dV
Auslösertyp	Setup Auslösertyp: • **Manueller** Auslöser – Der Benutzer kann das Auslöserereignis manuell herbeiführen. • **dV** – Spannungsraten-Änderung als Auslöser des Transienten-Recorders.
Speicherpuffer	Anzahl der aufzuzeichnenden Signale.
Vorauslöserpuffer	Anzahl der Signalperioden, die der Benutzer aufzeichnen will, bevor das Auslöse-Ereignis auftritt.
Speichermodus	Setup des Speichermodus: • **Einzelmessung** – Einzelne Transienten-Aufzeichnung • **Laufende Messung** – aufeinanderfolgende Transienten-Aufzeichnung bis Benutzer die Messung stoppt oder der Speicherplatz des Instruments belegt ist. Aufeinanderfolgende Transienten-Aufzeichnungen werden als separate Datensätze behandelt.

Tabelle 3.57: Tastenfunktionen

	START STOP	Transienten-Recorder starten. Transienten-Recorder stoppen. ***Hinweis:*** Wenn der Benutzer den Abbruch der Aufzeichnung des Transienten-Recorders erzwingt, werden keine Daten

		gespeichert. Die Datenprotokollierung findet erst nach Aktivieren des Triggers statt.
F2	TRIG	Auslösebedingung manuell generieren (Nur aktiv, wenn manuelle Auslösung ausgewählt wurde und Aufzeichnung läuft).
F4	SCOPE	Zur Ansicht MESSBEREICH wechseln *(nur aktiv, wenn Aufzeichnung läuft).*
▲ ▼		Cursorposition bewegen.
◄ ►		Parameter / geänderten Wert auswählen.
ESC		Zurück zum Menübildschirm "RECORDERS" oder zum Bildschirm "MEMORY LIST".

3.12.2 Erfassen von Transienten

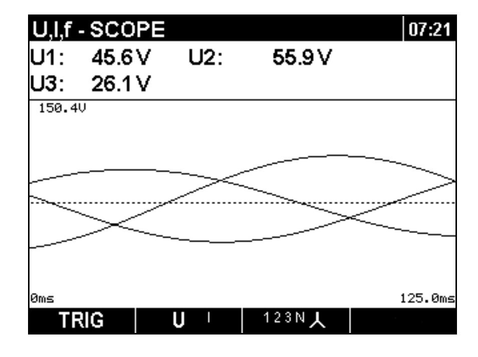


Abbildung 3.42: Bildschirm Transientenerfassung

Tabelle 3.58: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

(Symbole)	Aktueller Instrumentenstatus: • Das Instrument wartet auf ein Auslösesignal. • Das Instrument zeichnet auf (Piepton zeigt an, dass ein Auslöser-Grenzwert erreicht wurde). • Instrument beschäftigt (speichert Daten ab)
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
Up p: [1..3, N]	Echt-Effektivwert der Phasenspannung: U_{1Rms}, U_{2Rms}, U_{3Rms}, U_{NRms}
Upg p,g: [1, 2, 3]	Echt-Effektivwert der (Leiter-) Spannung Phase zu Phase: U_{12Rms}, U_{23Rms}, U_{31Rms}
Ip p: [1..3, N]	Echt-Effektivwert des Stroms: I_{1Rms}, I_{2Rms}, I_{3Rms}, I_{NRms}
0ms 125.0ms	Zeitskala zu Beginn und am Ende des Messbereichs-Bildschirms
150.4V	Spannungsskala und oberer / unterer Teil des Messbereich-Bildschirms

Tabelle 3.59: Tastenfunktion

Taste	Anzeige	Funktion
F1	TRIG	Auslösebedingung manuell generieren (Nur aktiv, wenn manuelle Auslösung ausgewählt wurde und Aufzeichnung läuft).
F2		Auswählen der anzuzeigenden Wellenform:
	U I	Spannungswellenform anzeigen
	I U+I	Stromwellenform anzeigen
	U+I U/I	Spannungs- und Stromwellenform (Einzelmodus) anzeigen
	U/I U	Spannungs- und Stromwellenform (Dualmodus) anzeigen
F3		Auswählen zwischen den Ansichten Phase, Neutral, Alle-Phasen und Leitung:
	1 2 3 N ⅄	• Anzeige der Wellenformen für Phase L1
	1 2 3 N ⅄	• Anzeige der Wellenformen für Phase L2
	1 2 3 N ⅄	• Anzeige der Wellenformen für Phase L3
	1 2 3 N ⅄	• Anzeige der Wellenform für Nullkanal
	1 2 3 N ⅄	• Zusammenfassung aller Phasen-Wellenformen
	1 2 3 Δ	• Anzeige der Spannungsmessungen von Phase zu Phase
ENTER		Auswählen, welche Wellenform vergrößert / verkleinert werden soll (nur bei U/I oder U+I).
▲ ▼		Vertikalen Zoomfaktor einstellen.
◄ ►		Horizontalen Zoomfaktor einstellen.
ESC		Rückkehr zum Menübildschirm "TRANSIENTS SETUP".

3.12.3 Erfasste Transienten

Datensätze mit erfassten Transienten können von der Speicherliste aus auf zwei verschiedenen Bildschirmen eingesehen werden:

- Anzeige des Messbereichs U, I, f
- Verlaufs-Bildschirm U, I, f RMS.

Das Auftreten des Auslösersignals wird auf beiden Bildschirmen mit einer gestrichelten Linie dargestellt.

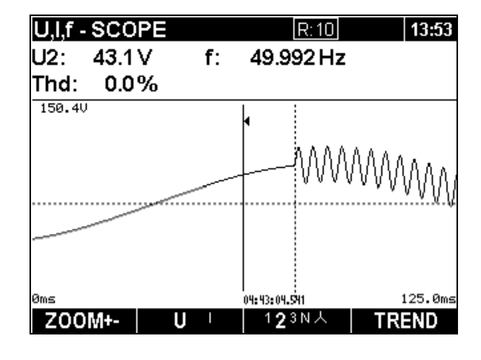


Abbildung 3.43: Messbereichsanzeige der Transienten-Erfassungen

Tabelle 3.60: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
R: 10	Zeigt die Datensatznummer in der MEMORY LIST (SPEICHERLISTE)
U1, U2, U3, Un, U12, U23, U31	Echt-Effektivspannungswert – $U_{Rms(10)}$
I1, I2, I3, In	Echt-Effektivstromwert – $I_{Rms(10)}$
THDp	Gesamtklirrfaktor Phasenspannung: THD_{U1}, THD_{U2}, THD_{U3}, THD_{UN}
THDpg p,g: [1, 2, 3]	Gesamtklirrfaktor Phase-Phase-Spannung: THD_{U12}, THD_{U23}, THD_{U31}
f	Frequenz auf Referenzkanal
04:43:04.541	Zeit an der Cursorposition.
0ms 125.0ms	Zeitskala zu Beginn und am Ende des Messbereichs-Bildschirms
150.4V 2040A	Spannungsskala und oberer / unterer Teil des Messbereich-Bildschirms

Tabelle 3.61: Tastenfunktion

F1	ZOOM+-	Vergrößern.
	ZOOM-+	Verkleinern.
F2		Auswählen zwischen den folgenden Signalen:
	U I	Spannungswellenform anzeigen.
	I U+I	Stromwellenform anzeigen.
	U+I U/I	Spannungs- und Stromwellenform als Einzeldiagramm anzeigen.
	U/I U	Spannungs- und Stromwellenform in zwei separaten Diagrammen anzeigen.
F3	1 2 3 N ⅄ Δ	Zwischen den Wellenform-Diagrammen Einzelphase, Neutral und alle Phasen auswählen.
F3		Auswählen zwischen Phase, Neutral, Alle-Phasen und Ansicht:
	1 2 3 N ⅄	Anzeige der Transiente für Phase L1
	1 2 3 N ⅄	Anzeige des Transiente für Phase L2
	1 2 3 N ⅄	Anzeige des Transiente für Phase L3
	1 2 3 N ⅄	Anzeige der Transiente für Nullleiterkanal
	1 2 3 N ⅄	Zusammenfassung aller Phasentrends
F4	TREND	Umschalten auf Anzeige RMS TREND.
ENTER		Auswählen, welche Wellenform vertikal vergrößert / verkleinert werden soll (nur bei Diagrammen U/I oder U+I).
▲ ▼		Vertikalen Zoomfaktor einstellen.
◀ ▶		Cursorposition bewegen.
ESC		Rückkehr zum Menübildschirm "TRANSIENTS SETUP".

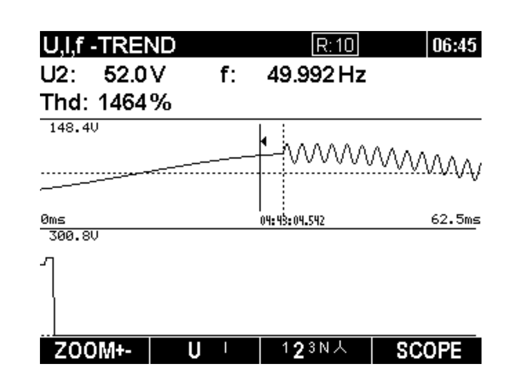


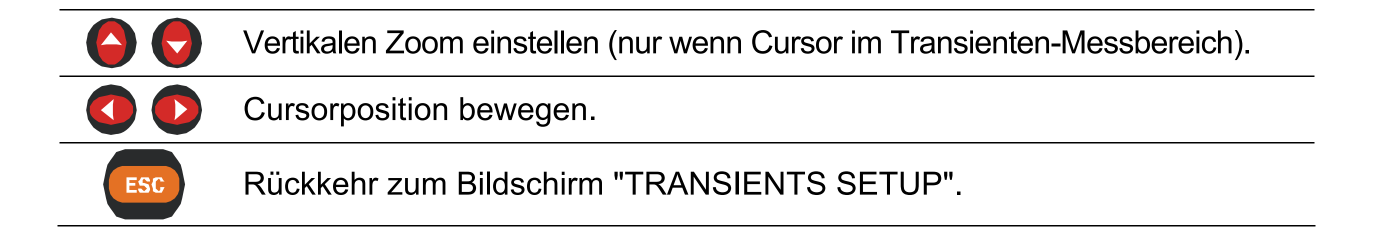
Abbildung 3.44: RMS-Verlaufsanzeige der Transienten-Erfassung

Tabelle 3.62: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
R:10	Zeigt die Datensatznummer in der MEMORY LIST (SPEICHERLISTE)
U1, U2, U3, Un, U12, U23, U31	Echt-Effektivspannungswert – $U_{Rms(10)}$
I1, I2, I3, In	Echt-Effektivstromwert – $I_{Rms(10)}$
THDp	Gesamtklirrfaktor Phasenspannung: THD_{U1}, THD_{U2}, THD_{U3}, THD_{UN}
THDpg p,g: [1, 2, 3]	Gesamtklirrfaktor Phase-Phase-Spannung: THD_{U12}, THD_{U23}, THD_{U31}
f	Frequenz auf Referenzkanal
04:43:04.541	Zeit an der Cursorposition.
0ms 125.0ms	Zeitskala zu Beginn und am Ende des Messbereichs-Bildschirms
150.4V 2040A	Spannungsskala und oberer / unterer Teil des Messbereich-Bildschirms

Tabelle 3.63: Tastenfunktion

F1	ZOOM+- ZOOM-+	Vergrößern. Verkleinern.
F2	 U I I U	Auswählen zwischen den folgenden Signalen: Spannungswellenform anzeigen Stromwellenform anzeigen
F3	 1 2 3 N 1 2 3 N 1 2 3 N 1 2 3 N 1 2 3 N	Auswählen zwischen Phase, Neutral, Alle-Phasen und Ansicht: Anzeige der Transiente für Phase L1 Anzeige des Transiente für Phase L2 Anzeige des Transiente für Phase L3 Anzeige der Transiente für Nullleiterkanal Zusammenfassung aller Phasentrends
F4	SCOPE	Umschalten zur Ansicht SCOPE (MESSBEREICH)
ENTER		Cursor wechseln zwischen Transienten-Messbereich und RMS-Verlauf.



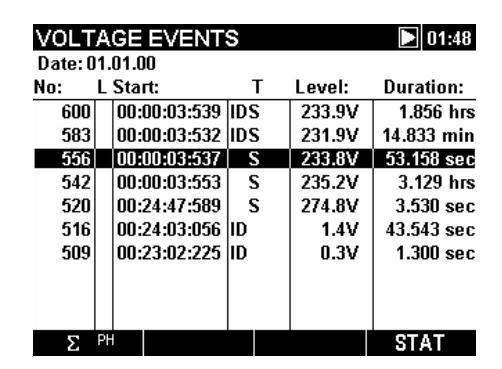
▲ ▼	Vertikalen Zoom einstellen (nur wenn Cursor im Transienten-Messbereich).
◄ ►	Cursorposition bewegen.
ESC	Rückkehr zum Bildschirm "TRANSIENTS SETUP".

3.13 Ereignistabelle

In dieser Tabelle werden erfasste Spannungsabfälle, -anstiege und -unterbrechungen angezeigt. Beachten Sie, dass die Ereignisse in der Tabelle erscheinen, nachdem die Spannung wieder ihren Normalwert erreicht hat. Alle Ereignisse können nach Phase gruppiert oder getrennt werden. Dieses Umschalten geschieht mithilfe der Funktionstaste F1.

Group View (Gruppenansicht)

In dieser Ansicht werden Spannungsereignisse entsprechen IEC 61000-4-30 gruppiert (Details, s. Abschnitt 5.1.12). Im Folgenden finden Sie eine Tabelle mit einer Liste von Ereignissen. Jede Zeile in der Tabelle entspricht einem Ereignis, das mit "No." (Ereignisnummer), "Start" (Startzeit), "Duration" (Dauer) und Level des Ereignisses festgehalten wird. In der Spalte "T" werden die Eigenschaften des Ereignisses angezeigt (Details, s. folgende Tabelle).



VOLTAGE EVENTS 01:48

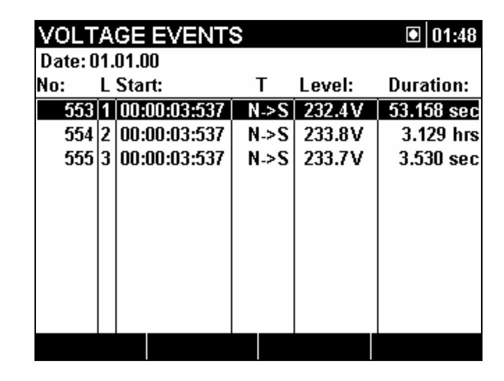
Date: 01.01.00

No:	L	Start:	T	Level:	Duration:
600		00:00:03:539	IDS	233.9V	1.856 hrs
583		00:00:03:532	IDS	231.9V	14.833 min
556		00:00:03:537	S	233.8V	53.158 sec
542		00:00:03:553	S	235.2V	3.129 hrs
520		00:24:47:589	S	274.8V	3.530 sec
516		00:24:03:056	ID	1.4V	43.543 sec
509		00:23:02:225	ID	0.3V	1.300 sec

Σ PH STAT

Abbildung 3.45: Spannungsereignisse in gruppierter Ansicht

Durch Eingeben von "Enter" bei einem bestimmten Ereignis können die Details geprüft. Das Ereignis wird nach Phasen unterteilt entsprechend der Startzeit aufgelistet. Die Spalte "T" zeigt den Übergang von einem Ereigniszustand zum nächsten (Details, s. folgende Tabelle).



VOLTAGE EVENTS 01:48

Date: 01.01.00

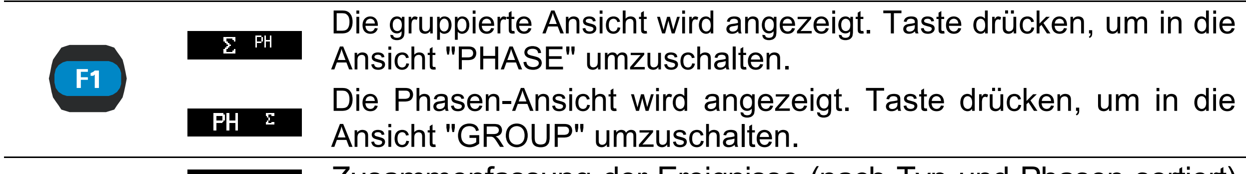
No:	L	Start:	T	Level:	Duration:
553	1	00:00:03:537	N->S	232.4V	53.158 sec
554	2	00:00:03:537	N->S	233.8V	3.129 hrs
555	3	00:00:03:537	N->S	233.7V	3.530 sec

Abbildung 3.46: Spannungsereignisse in gruppierter Ansicht

Tabelle 3.64: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

Symbol	Beschreibung
	Strom-Recorderstatus:
▣	RECORDER ist aktiv
⧗	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
▷	RECORDER ist nicht aktiv
Datum	Datum, an dem das ausgewählte Ereignis eingetreten ist
No.	Eindeutige Nummer (ID) für das Ereignis
L	Gibt die Phasenspannung bzw. Phase-Phasen-Spannung an, wo das Ereignis eingetreten ist: 1 – Ereignis an Phase U_1 2 – Ereignis an Phase U_2 3 – Ereignis an Phase U_3 12 – Ereignis an Spannung U_{12} 23 – Ereignis an Spannung U_{23} 31 – Ereignis an Spannung U_{31} **Hinweis:** Diese Angabe wird nur in den Ereignisdetails, da ein gruppiertes Ereignis mehrere Phasenereignisse haben kann.
Start	Startzeit (erstes $U_{Rms(1/2)}$), bei der der Grenzwert durchlaufen wurde.
T	Gibt den Typ des Ereignis oder Übergangs an: D – Dip (Abfall) I – Interrupt (Unterbrechung) S – Swell (Anstieg) N → D Übergang vom normalen Zustand zum Abfall N → S Übergang vom normalen Zustand zum Anstieg D → I Übergang von Unterspannung zur Unterbrechung
Level	Minimal- bzw. Maximalwert in Ereignis U_{Dip}, U_{Int}, U_{Swell}
Duration (Dauer)	Dauer des Ereignisses

Tabelle 3.65: Tastenfunktionen



Taste	Symbol	Funktion
F1	Σ PH	Die gruppierte Ansicht wird angezeigt. Taste drücken, um in die Ansicht "PHASE" umzuschalten.
	PH Σ	Die Phasen-Ansicht wird angezeigt. Taste drücken, um in die Ansicht "GROUP" umzuschalten.
	STAT	Zusammenfassung der Ereignisse (nach Typ und Phasen sortiert) anzeigen:
	EVENTS	Zurück zur Gruppenansicht.

VOLTAGE EVENTS 01:11

	L1	L2	L3
U	226.6	227.7	228.4V
EVENTS			
Swell:	6	5	7
Dip:	3	1	2
Inter.:	0	0	0

Start: 17:17:14 01.01.08
Curr.: 01:11:12 03.02.08

Taste	Beschreibung
ENTER	Details des ausgewählten Ereignisses anzeigen.
▲ ▼	Ereignis auswählen.
ESC	Beenden der Detailansicht eines Ereignisses. Rückkehr zum Menübildschirm "RECORDERS".

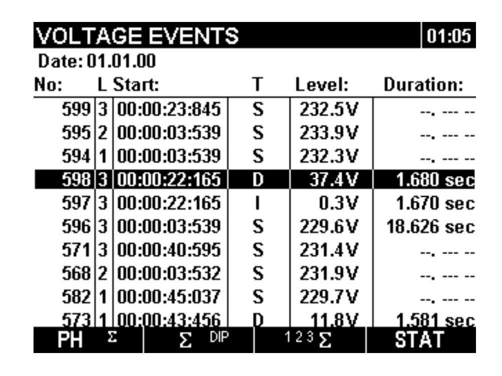
VOLTAGE EVENTS 01:48
Date: 01.01.00

No:	L	Start:	T	Level:	Duration:
553	1	00:00:03:537	N->S	232.4V	53.158 sec
554	2	00:00:03:537	N->S	233.8V	3.129 hrs
555	3	00:00:03:537	N->S	233.7V	3.530 sec



Die Phasen-Ansicht

In der Phasenansicht werden die Spannungsereignisse nach Phase sortiert angezeigt. Das ist besonders praktisch bei der Fehlersuche. Zudem kann der Benutzer Filter verwenden, um nur einen bestimmten Ereignistyp an einer bestimmten Phase zu betrachten. Die erfassten Ereignisse werden in einer Tabelle aufgelistet, wobei jede Zeile ein Phasenereignis darstellt. Jedes Ereignis hat wird Ereignisnummer, Ereignisstartzeit, Dauer und Level festgehalten. In der Spalte "T" wird der Ereignistyp angezeigt (Details, s. folgende Tabelle).



VOLTAGE EVENTS 01:05
Date: 01.01.00

No:	L	Start:	T	Level:	Duration:
599	3	00:00:23:845	S	232.5V	--, --- --
595	2	00:00:03:539	S	233.9V	--, --- --
594	1	00:00:03:539	S	232.3V	--, --- --
598	3	00:00:22:165	D	37.4V	1.680 sec
597	3	00:00:22:165	I	0.3V	1.670 sec
596	3	00:00:03:539	S	229.6V	18.626 sec
571	3	00:00:40:595	S	231.4V	--, --- --
568	2	00:00:03:532	S	231.9V	--, --- --
582	1	00:00:45:037	S	229.7V	--, --- --
573	1	00:00:43:456	D	11.8V	1.581 sec

PH Σ | Σ DIP | 123 Σ | STAT

Abbildung 3.47: Bildschirm Spannungsereignisse

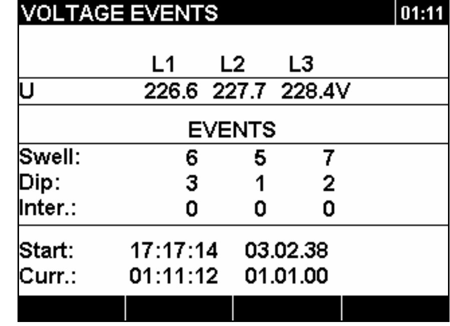
Es können auch die Details jedes einzelnen Spannungsereignisses sowie die statistischen Daten aller Ereignisse betrachtet werden. Unter Statistics (Statistiken) werden die Zählregister für jeden individuellen Ereignistyp nach Phase angezeigt.

Tabelle 3.66: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Aktueller Recorderstatus
▣	RECORDER ist aktiv
⧗	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
▷	RECORDER ist nicht aktiv
Datum	Datum, an dem das ausgewählte Ereignis eingetreten ist
No.	Eindeutige Nummer (ID) für das Ereignis

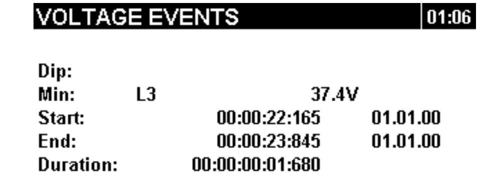
L	Gibt die Phasenspannung bzw. Phase-Phasen-Spannung an, wo das Ereignis eingetreten ist: 1 – Ereignis an Phase U_1 2 – Ereignis an Phase U_2 3 – Ereignis an Phase U_3 12 – Ereignis an Spannung U_{12} 23 – Ereignis an Spannung U_{23} 31 – Ereignis an Spannung U_{31}
Start	Startzeit (erstes $U_{Rms(1/2)}$), bei der der Grenzwert durchlaufen wurde.
T	Gibt den Typ des Ereignis oder Übergangs an: D – Dip (Abfall) I – Interrupt (Unterbrechung) S – Swell (Anstieg)
Level	Minimal- bzw. Maximalwert in Ereignis U_{Dip}, U_{Int}, U_{Swell}
Duration (Dauer)	Dauer des Ereignisses.

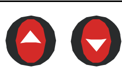
Tabelle 3.67: Tastenfunktion

F1	Σ PH	Die gruppierte Ansicht wird angezeigt. Taste drücken, um in die Ansicht "PHASE" umzuschalten.
	PH Σ	Die Phasen-Ansicht wird angezeigt. Taste drücken, um in die Ansicht "GROUP" umzuschalten.
F2		Ereignis nach Typ filtern:
	Σ DIP	Alle Ereignis anzeigen
	DIP INT	Nur Spannungsabfall-Ereignisse ("Dips") anzeigen
	INT SWELL	Nur Spannungsunterbrechungsereignisse ("Interrupts") anzeigen
	SWELL Σ	Nur Spannungsanstiegsereignisse ("Swells") anzeigen
F3		Ereignis nach Phase filtern:
	1 2 3 Σ	Nur Ereignis an Phase 1 anzeigen
	1 2 3 Σ	Nur Ereignis an Phase 2 anzeigen
	1 2 3 Σ	Nur Ereignis an Phase 3 anzeigen
	1 2 3 Σ	Alle Ereignis anzeigen
F4	STAT	Zusammenfassung der Ereignisse (nach Typ und Phasen sortiert) anzeigen: 
	EVENTS	Zurück zur Gruppenansicht.



Details des ausgewählten Ereignisses anzeigen:





Ereignis auswählen.



Beenden der Detailansicht eines Ereignisses.
Rückkehr zum Menübildschirm RECORDER".

3.14 Alarmtabelle

Das Menü zeigt die Liste der ausgelösten Alarme. Die Alarme werden tabellarisch gelistet angezeigt, wobei jede Zeile einem Alarm entspricht. Jedem Alarm werden folgende Parameter zugeordnet: Startzeit, Phase, Typ, Flanke, Min.-/Max.-Wert und Dauer (siehe 3.16.3 Einstellung von Alarmen und 5.1.13 Details zur Alarmmessung).

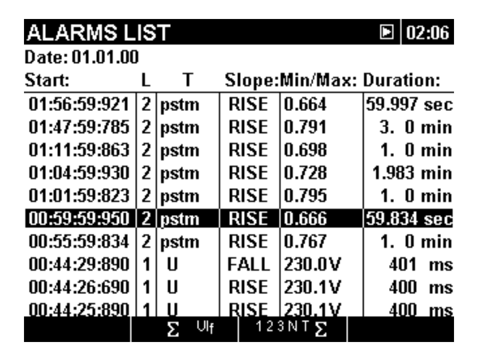


Abbildung 3.48: Bildschirm Alarmliste

Tabelle 3.68: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Strom-Recorderstatus: RECORDER ist aktiv RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher) RECORDER ist nicht aktiv
Datum	Datum, an dem der ausgewählte Alarm eingetreten ist
Start	Startzeit des Alarms (erstes U_{Rms}, bei dem der Grenzwert durchlaufen wurde)
L	Gibt die Phasenspannung bzw. Phase-Phasen-Spannung an, wo das Ereignis eingetreten ist: 1 – Alarm an Phase L_1 2 – Alarm an Phase L_2 3 – Alarm an Phase L_3 12 – Alarm an Leitung L_{12}

	23 – Alarm an Leitung L_{23} 31 – Alarm an Leitung L_{31}
Slope (Steigung)	Gibt den Alarmübergang an: • Anstieg – Parameter hat Grenzwert überschritten • Abfall – Parameter hat Grenzwert unterschritten
Level	Minimal- bzw. Maximalwert des Parameters während des Auftretens des Alarms
Duration (Dauer)	Alarmdauer

Tabelle 3.69: Tastenfunktion

F2		Alarme anhand der folgenden Parameter filtern:
	Σ Ulf	Alle Alarme
	Ulf PWR	Spannungsalarme
	PWR FLICK	Leistungsalarme
	FLICK SYM	Flickeralarme
	SYM H SYM HARM	Asymmetriealarme
	H iH HARMS Σ	Oberwellenalarme
	iH SIG	Oberwellenalarme (Interharmonische)
	SIG Σ	Signalalarme
F3		Alarme anhand der Phase, an der der Alarm aufgetreten ist, filtern:
	1 2 3 N T Σ	Nur Alarme für Phase 1 anzeigen
	1 2 3 N T Σ	Nur Alarme für Phase 2 anzeigen
	1 2 3 N T Σ	Nur Alarme für Phase 3 anzeigen
	1 2 3 N T Σ	Nur Alarme am Nullleiterkanal anzeigen
	1 2 3 N T Σ	Nur Alarme an Kanälen anzeigen, die nicht von einem Kanal abhängen
	1 2 3 N T Σ	Alle Alarme anzeigen
F4	ACTIVE	Liste der aktiven Alarme anzeigen. Die Liste enthält alle Alarme, die zwar begonnen haben, aber nicht beendet wurden. Die in dieser Tabelle verwendeten Bezeichnungen sind die gleichen, wie in diesem Abschnitt.
▲ ▼		Einen Alarm auswählen
ESC		Bildschirm Aktive Alarmliste beenden. Rückkehr zum Menübildschirm RECORDER".

3.15 Memory List (Speicherliste)

Mithilfe dieses Menüs kann der Benutzer durch gespeicherte Datensätze blättern und diese betrachten. Durch Aktivieren dieses Menüs werden die Daten zum letzten Datensatz eingeblendet.

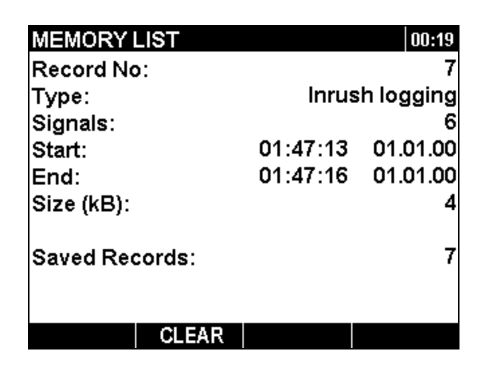


Abbildung 3.49: Bildschirm Speicherliste

Tabelle 3.70: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

	Aktueller Recorderstatus
	RECORDER ist aktiv
	RECORDER beschäftigt (holt Daten aus Speicher)
	RECORDER ist nicht aktiv
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
Record No (Datensatznummer)	Nummer des ausgewählten und im Detail angezeigten Datensatzes.
Type (Typ)	Anzeige des Datensatztyps, wobei folgende Typen zur Auswahl stehen: • Inrush Logging (Einschaltspitzen-Protokollierung), • Momentanwert einer Wellenform, • Aufzeichnung Transienten, • Aufzeichnung Wellenform, • allgemeine Aufzeichnung.
Signals (Signale)	Anzahl der aufgezeichneten Signale.
Start	Startzeit der Aufzeichnung.
End (Ende)	Stoppzeit der Aufzeichnung.
Size (kB) (Größe (kB))	Aufzeichnungsgröße in Kilobytes (kB).
Saved records (Gespeicherte Aufzeichnungen)	Gesamtzahl der Aufzeichnungen im Speicher.

Tabelle 3.71: Tastenfunktionen

F1	**VIEW**	Details des aktuell ausgewählten Datensatzes anzeigen.
F2	**CLEAR**	Letzten Datensatz löschen. Um den Speicher komplett zu löschen, die Datensätze jeweils einzeln löschen.

F4	**CLRALL**	Alle gespeicherten Datensätze löschen.
◄ ►	Durch die Datensätze blättern (nächster und vorheriger Datensatz).	
ESC	Rückkehr zum Menübildschirm "RECORDERS".	

3.15.1 Aufzeichnen

Dieser Datensatztyp wird vom RECORDER produziert. Die erste Seite der Ansicht Record (Aufzeichnen) ist ähnlich wie das Menü RECORDER aufgebaut, wie die folgende Abbildung zeigt.

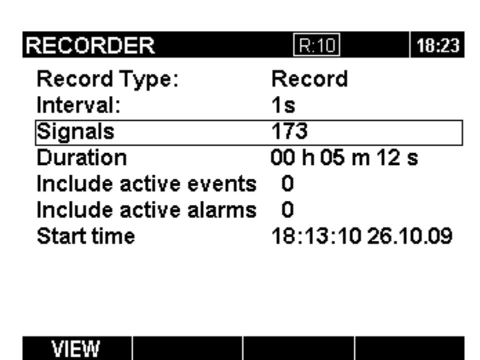


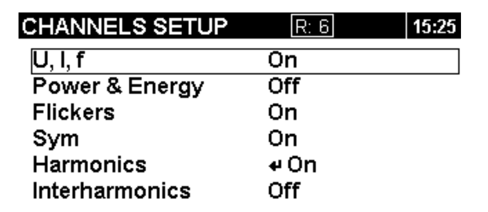
Abbildung 3.50: Erste Seite des Menüs Normal Record (Normales Aufzeichnen) im Menü MEMORY LIST (SPEICHERLISTE)

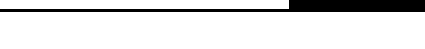
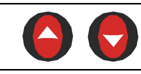
Tabelle 3.72: Beschreibung der Recordereinstellungen

20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
R:10	Zeigt die Datensatznummer in der MEMORY LIST (SPEICHERLISTE)
Aufzeichnungstyp: RECORD	Zeigt, dass der Datensatz vom GENERAL RECORDER erstellt wurde.
Intervall 1s	Zeigt das Intervall, das der GENERAL RECORDER verwendet.
Signale:173 (max, min, mit)	Zeigt die Anzahl der Signale im Datensatz.
Speichertyp: Linear	Zeigt an, wie der Speicher organisiert ist.
Dauer: 00h 05m 12s	Zeigt die Dauer der Aufzeichnung.
Aktive Ereignisse aufzeichnen: 4	Zeigt die Anzahl der erfassten Ereignisse.
Aktive Alarme aufzeichnen: 0	Zeigt die Anzahl der erfassten Alarme.
Start time (Startzeit)	Zeigt die Startzeit der Aufzeichnung.

Tabelle 3.73: Tastenfunktion

<table>
<tr><td></td><td></td><td>Schaltet zum Menübildschirm "CHANNELS SETUP".

Der Benutzer kann hier bestimmte Signalgruppen durch Drücken der Taste F1 (VIEW) beobachten.



</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Parameter auswählen (nur im Menü CHANNELS SETUP).</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Zurück zum vorherigen Menü.</td></tr>
</table>

Durch Betätigen der Taste F1 VIEW im Menü CHANNELS SETUP (KANALEINRICHTUNG) wird der Bildschirm TREND eingeblendet. Der Typ TREND ist abhängig von der Cursorposition. In der folgenden Abbildung ist der dafür typische Bildschirm zu sehen.

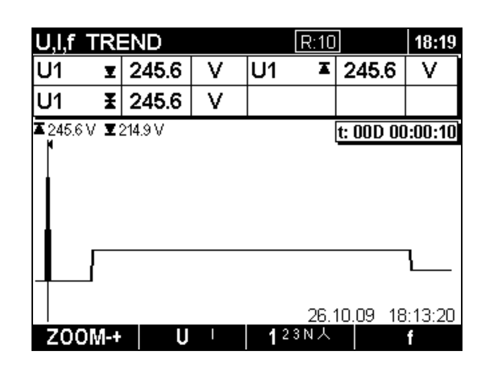


Abbildung 3.51: Einsehen der Verlaufsdaten U, I, f

Tabelle 3.74: Symbole und Abkürzungen des Messgerät-Bildschirms

R:8	Zeigt die Datensatznummer in der MEMORY LIST (SPEICHERLISTE)
20:45	Aktuelle Zeit des Instruments
▸	Zeigt die Cursorposition im Diagramm.
Up, Upg:	Aufgezeichnete Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Werte von Phasenspannung U_{pRms} bzw. Leiterspannung U_{pgRms} für das per Cursor ausgewählte Zeitintervall.
Ip:	Aufgezeichnete Maximal- (▲), Mittel- (⧗) und Minimal- (▼) Werte des Stroms I_{pRms} für das per Cursor aufgezeichnete Zeitintervall.

t: 00D 00:13:23	Zeit und Cursorposition hinsichtlich Startzeit der Aufzeichnung.
230.6 V 225.3 V 947.1 A 0.0 A	Maximale und minimale Spannung Up/Upg im angezeigten Diagramm; Maximaler und minimaler Strom Ip im angezeigten Diagramm.
26.10.09 18:13:20	Zeituhr an der Cursorposition.

Tabelle 3.75: Tastenfunktionen

F1	ZOOM-+ ZOOM+-	Vergrößern. Verkleinern.
F2		Auswählen zwischen den folgenden Optionen:
	U I	Spannungsverlauf anzeigen;
	I U+I	Stromverlauf anzeigen;
	U+I U/I	Spannungs- und Stromverlauf in einem einzelnen Diagramm anzeigen;
	U/I U	Spannungs- und Stromverlauf in zwei separaten Diagrammen anzeigen.
F3		Auswählen zwischen Phase, Neutral, Alle-Phasen und Ansicht:
	1 2 3 N	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Phase L1
	1 2 3 N	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Phase L2
	1 2 3 N	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Phase L3
	1 2 3 N	Anzeige des Trends (Verlaufs) für Neutral
	1 2 3 N	Zusammenfassung aller Phasentrends
F4	f	Frequenzverlauf anzeigen.
ENTER	Auswählen, welche Wellenform vergrößert / verkleinert werden soll (nur in U/I bzw. U+I Verläufen)	
◄ ►	Mit dem Cursor durch die protokollierten Daten blättern.	
ESC	Zurück zum Menübildschirm "CHANNELS SETUP".	

Hinweis: Die übrigen Aufzeichnungsdaten (Leistung, Oberwellen, etc.) werden ähnlich bearbeitet wie in der vorstehenden Tabelle.

3.15.2 Momentanwert einer Wellenform

Dieser Aufzeichnungstyp wird mit dem Vorgang Hold → Save (Festhalten → Speichern) erstellt. Die erste Seite dieses Vorgangs ist ähnlich wie die Recorderansicht aufgebaut und wird in der folgenden Abbildung gezeigt.

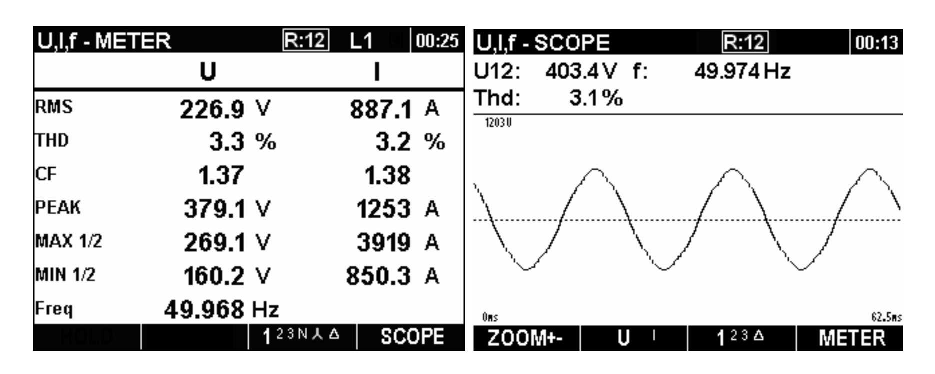


Abbildung 3.52: Erste Seite des Menüs Normal Record (Normales Aufzeichnen) im Menü MEMORY LIST (SPEICHERLISTE)

Die Bildschirmsymbole und Tastenfunktionen finden Sie in den entsprechenden Beschreibungen von METER (MESSWERTE), SCOPE (MESSBEREICH), BAR graph (BALKEN-Diagramm), PHASE DIAG. (PHASENDIAGR.) in den betreffenden Abschnitten (U, I, f; Leistung etc.)

3.15.3 Wellenform-Datensatz[8]

Dieser Datensatztyp wird vom Wellenform-RECORDER produziert. Details zur Bearbeitung und Betrachtung der Daten s. Abschnitt Wellenform-E3.10.3

3.15.4 Protokoll für Einschaltspitze

Dieser Datensatztyp wird vom Inrush logger (der Einschaltspitzen-Protokollierung) erstellt. Details zur Bearbeitung und Betrachtung der Daten s. Abschnitt 3.11.3.

3.15.5 Transienten-Aufzeichnung[9]

Dieser Datensatztyp wird vom Transienten-RECORDER produziert. Details zur Bearbeitung und Betrachtung der Daten s. Abschnitt 3.12.3.

3.16 Setup-Menü Messung

Im Menü "MEASUREMENT SETUP" findet man allgemeine Parameter zur Konfiguration sowie zum Speichern dieser Parameter.

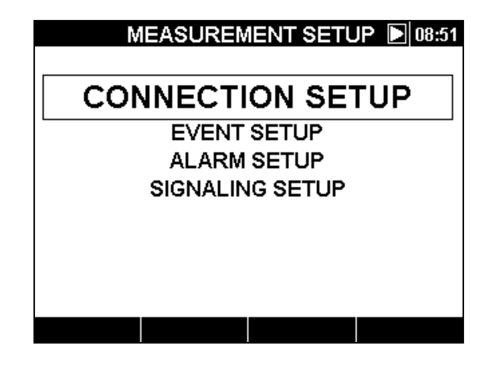


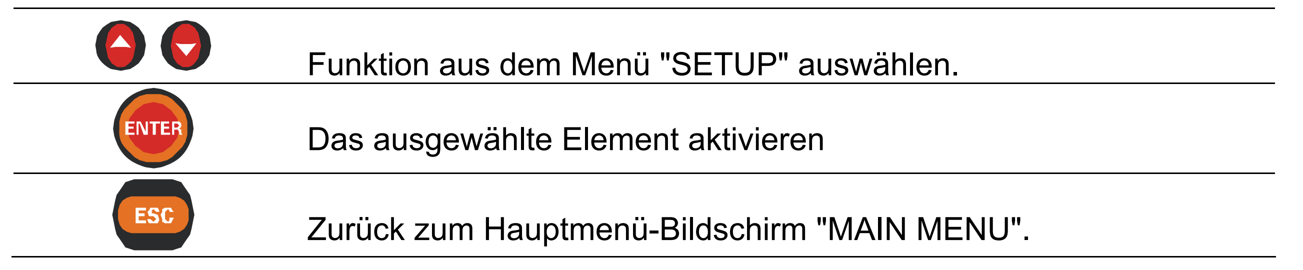
Abbildung 3.53: Menü "MEASUREMENT SETUP"

[8] nur PowerQ4 Plus
[9] nur PowerQ4 Plus

Tabelle 3.76: Beschreibung der Setup-Optionen

Anschlusseinrichtung	Einrichten der Messungsparameter.
Ereigniseinrichtung	Einrichten der Ereignisparameter.
Alarmeinrichtung	Einrichten der Alarmparameter.
Signaleinrichtung[10]	Einrichten der Signalparameter

Tabelle 3.77: Tastenfunktion



▲ ▼	Funktion aus dem Menü "SETUP" auswählen.
ENTER	Das ausgewählte Element aktivieren
ESC	Zurück zum Hauptmenü-Bildschirm "MAIN MENU".

3.16.1 Verbindungseinrichtung

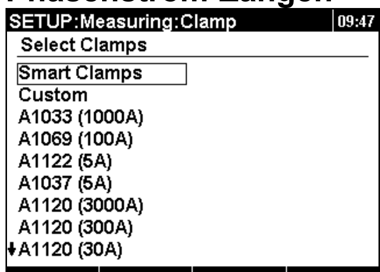
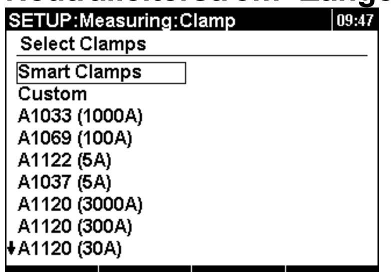
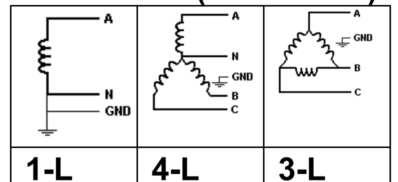
CONNECTION SETUP 15:38
Nominal range: 240 - 1000 V L-N
Voltage ratio: 1:3
Ph. Curr. Clamps ↵: A1122 (20 A)
N. Curr. Clamps ↵: A1033 (1000 A)
Connection ↵: 4W
Synchronization: U1
System frequency: 50Hz
Default Parameters

Abbildung 3.54: Setup-Bildschirm "CONNECTION"

Tabelle 3.78: Beschreibung des Verbindungs-Setups

<table>
<tr><td>Nennbereich</td><td>Nennspannungsbereich auswählen. Den Nennspannungsbereich entsprechend der Nennspannung des <u>Netzes</u> auswählen.
<table>
<tr><th>1-L und 4-L</th><th>3-L</th></tr>
<tr><td>50 ÷ 110V (L-N)</td><td>86÷190 V (L-L)</td></tr>
<tr><td>110 ÷ 240V (L-N)</td><td>190÷415 V (L-L)</td></tr>
<tr><td>240 ÷ 1000 V (L-N)</td><td>415÷1730 V (L-L)</td></tr>
</table>
Hinweis: Die Genauigkeit des Instruments reicht 50% höher als die ausgewählte Nennspannung.</td></tr>
<tr><td>Voltage ratio (Spannungsverhältnis)</td><td>Skalierungsfaktor für den Spannungswandler. Diesen Faktor verwenden, wenn externe Spannungs-wandler oder -teiler zum Einsatz kommen sollen. Alle Ablesewerte sind dann bezogen auf die</td></tr>
</table>

[10] nur PowerQ4 Plus

	Primärspannung. Details zum Anschließen, s. 4.2.2. **Hinweis:** Der Skalierfaktor kann nur im niedrigsten Spannungsbereich ausgewählt werden! **Hinweis:** Der Maximalwert beträgt 4000.
Phasenstrom-Zangen  	Die Stromzangen für Phasenstrommessungen auswählen. **Hinweis:** Bei intelligenten Stromzangen (A 1227, A 1281) immer "Smart clamps" auswählen. **Hinweis:** Siehe Abschnitt 4.2.3, Details zu weiteren Stromzangeneinstellungen.
Neutralleiterstrom- Zangen  	Die Neutralleiter-Klemmen für Phasenstrom-messungen auswählen. **Hinweis:** Bei intelligenten Stromzangen (A 1227, A 1281) immer "Smart clamps" auswählen. **Hinweis:** Siehe Abschnitt 4.2.3, Details zu weiteren Stromzangeneinstellungen.
Connection (Anschluss)  **1-L** **4-L** **3-L**	Methoden zum Anschließen des Instruments an Multiphasensysteme (Details s. 4.2.1). • **1W**: 1-Phasen-2-Drahtsystem; • **3W**: 3-Phasen-3-Drahtsystem; • **4W**: 3-Phasen-4-Drahtsystem.
Synchronization (Synchronisierung)	Synchronisierungskanal. Der Kanal wird für die Synchronisierung des Instruments mit der Frequenz des Netzes verwendet. Außerdem wird über diesen Kanal auch eine Frequenzmessung durchgeführt. Je nach **Anschlussart** kann der Benutzer Folgendes auswählen: • **1W**: U1 oder I1. • **3W**: U12 oder I1. • **4W**: U1, I1.
Systemfrequenz	Systemfrequenz auswählen. • 50 Hz • 60 Hz

Default parameters (Standardparameter)	Werkseinstellungen einstellen. Die Werkseinstellungen sind wie folgt: Nennbereich : 110 V ÷ 240 V (L-N) Spannungsverhältnis: 1:1; Phasenstromzangen: Intelligente Stromzangen; Neutralleiterstromzangen: Intelligente Stromzangen; Verbindung: 4W; Synchronisierung: U1 Systemfrequenz: 50 Hz.

Tabelle 3.79: Tastenfunktionen

Taste	Funktion
◄ ►	Ausgewählten Parameterwert ändern.
▲ ▼	Parameter für Verbindungseinstellungen auswählen.
ENTER	Untermenü aktivieren. Standardparameter bestätigen.
ESC	Zurück zum Menübildschirm "MEASUREMENT SETUP".

3.16.2 Event Setup (Ereigniseinrichtung)

In diesem Menü können die Spannungsereignisse und ihre Parameter eingerichtet werden. Weitere Details hinsichtlich Messmethoden s. 5.1.12. Erfasste Ereignisse können im Menü "EVENTS TABLE" (EREIGNISSETABELLE) beobachtet werden. Details, s. 3.13.

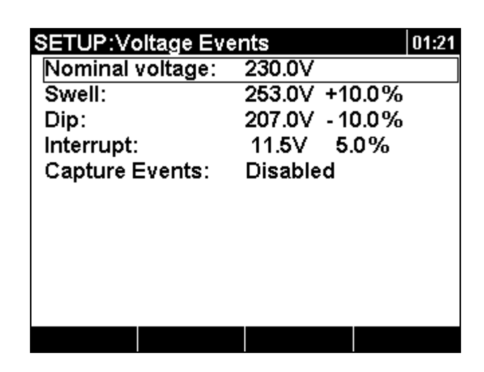


Abbildung 3.55: Setup-Bildschirm Spannungsereignisse

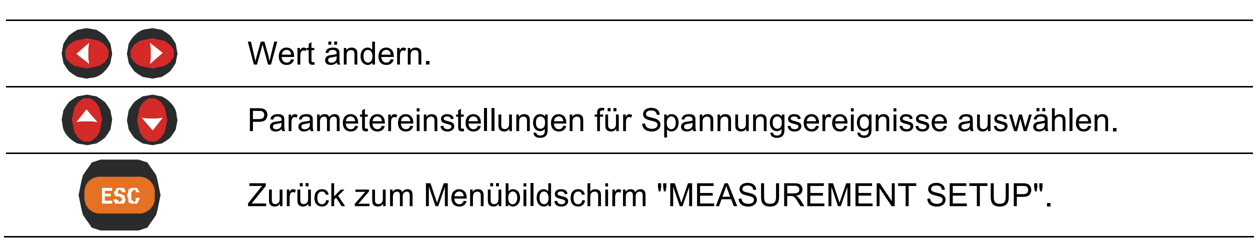
Tabelle 3.80: Beschreibung des Spannungsereignis-Setups

Nominal voltage (Nennspannung)	Nennspannung einstellen
Swell (Schwellenwert)	Den Schwellenwert für den Anstieg einstellen.
Dip (Abfall)	Schwellenwert für den Spannungsabfall einstellen.
Interrupt (Unterbrechung)	Schwellenwert für die Unterbrechung einstellen.
Capture Events (Ereigniserfassung)	Die Erfassung von Ereignissen aktivieren oder deaktivieren.

Hinweis: Ereigniserfassung nur aktivieren, wenn Sie die Ereignisse erfassen wollen, ohne sie aufzuzeichnen. Falls Sie die Ereignisse nur während der Aufzeichnung erfassen möchten, folgende Option wählen:
Aktive Ereignisse einschließen: On im Menü GENERAL RECORDER.

Hinweis: Im Falle von Verbindungsart: 1W, wird empfohlen, die ungenutzten Spannungseingänge an Spannungseingang N anzuschließen, um einen Fehlauslöser zu vermeiden.

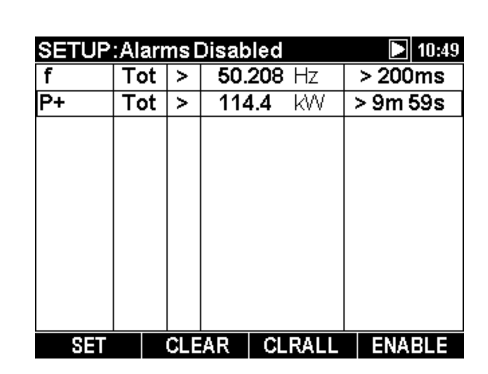
Tabelle 3.81: Tastenfunktion



◄ ►	Wert ändern.
▲ ▼	Parametereinstellungen für Spannungsereignisse auswählen.
ESC	Zurück zum Menübildschirm "MEASUREMENT SETUP".

3.16.3 Alarm Setup (Alarm einrichten)

Es können bis zu 10 verschiedene Alarme definiert werden. Diese können auf beliebigen Messgrößen, die das Instrument messen kann, basieren. Weitere Details hinsichtlich Messmethoden s. 5.1.13. Erfasste Ereignisse können im Menü "ALARMS TABLE" (ALARMTABELLE) beobachtet werden. Details, s. 3.14.



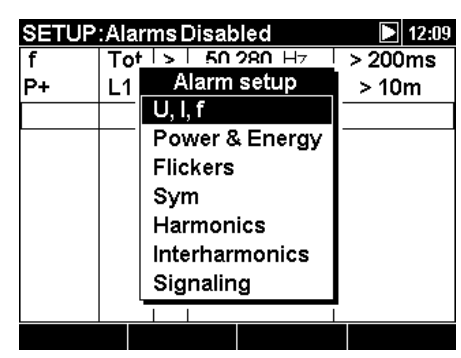


Abbildung 3.56: Setup-Bildschirm Alarme

Tabelle 3.82: Beschreibung des Alarm-Setups

1. Spalte (f, P+ in der vorstehenden Abbildung)	Erst den Alarm aus der Gruppe von Messungen und dann die Messung selbst auswählen.
2. Spalte (Tot in der vorstehenden Abbildung)	Phasen für die Alarmerfassung auswählen • L1 – Alarme an Phase L_1; • L2 – Alarme an Phase L_2; • L3 – Alarme an Phase L_3; • LN – Alarme an Phase N;

	• L12 – Alarme an Leitung L_{12}; • L23 – Alarme an Leitung L_{23}; • L31 – Alarm an Leitung L_{31}; • ALL – Alarme an jeder Phase; • Tot – Alarme bei Leistungssummen oder nicht phasenbezogenen Messungen (Frequenz, Asymmetrie).
3. Spalte (">" in vorstehender Abbildung)	Die Auslösemethode auswählen: < – auslösen, wenn die Messgröße unter den Schwellenwert fällt (FALL); > – auslösen, wenn der Messgröße den Schwellenwert übersteigt (RISE);
4. Spalte	Schwellenwert
5. Spalte	Minimale Alarmdauer. Nur auslösen, wenn der Schwellenwert für die festgelegte Zeitdauer über- bzw. unterschritten wird. **Hinweis:** Es wird empfohlen, den Flickermessungs-Recorder auf 10 Minuten einzustellen.

Tabelle 3.83: Tastenfunktionen

F2	CLEAR	Ausgewählten Alarm löschen.
F3	CLRALL	Alle Alarme löschen.
F4	ENABLE DISABL	Alarme aktivieren oder deaktivieren. **Hinweis:** Alarmerfassung nur aktivieren, wenn Sie die Ereignisse erfassen wollen, ohne sie aufzuzeichnen. Falls Sie Alarme während des Aufzeichnens beobachten wollen, nutzen Sie die Option Aktive Alarme einschließen: On im Menü RECORDER.
ENTER		Zur Einrichtung eines Alarms auf Untermenü zugreifen oder es verlassen.
◄ ►		Cursortasten. Parameter auswählen
▲ ▼		Cursortasten. Parameter / geänderten Wert auswählen.
ESC		Alarmeinrichtung bestätigen Zurück zum Menübildschirm "MEASUREMENT SETUP".

3.16.4 Signaleinrichtung[11]

Netzsignale werden in vier Gruppen untergliedert:

- Rundsteueranlagen (110 Hz bis 3000 Hz);
- Trägersysteme mit Mittelfrequenz-Leistungsleitungen (3kHz – 20kHz);
- Trägersysteme mit Funkfrequenz-Leistungsleitungen (20kHz – 148,5kHz);
- Netzmark-System.

Der Benutzer kann zwei verschiedene Signalfrequenzen definieren. Die Signale werden als Auslöser für benutzerdefinierte Alarme verwendet und können in die

[11] nur PowerQ4 Plus

Aufzeichnungen integriert werden. Siehe Abschnitt 3.16.3, Alarmeinrichtung. Im Bereich 3.7.3 finden Sie Anweisungen zum Start der Aufzeichnung.

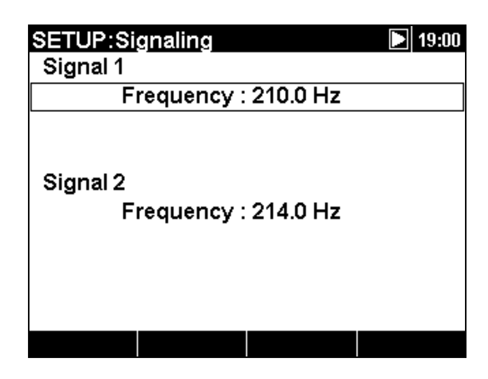


Abbildung 3.57: Setup-Bildschirm Signale

Tabelle 3.84: Tastenfunktionen

◄ ►	Frequenzwert ändern.
▲ ▼	Zwischen Signal 1 und Signal 2 hin- und herschalten.
ESC	Zurück zum Menübildschirm "MEASUREMENT SETUP".

3.17 Allgemeines Setup

Im Menü "GENERAL SETUP" (Allgemeines Setup) können Kommunikationsparameter, Echtzeituhr, Sprache eingesehen, konfiguriert und gespeichert werden.

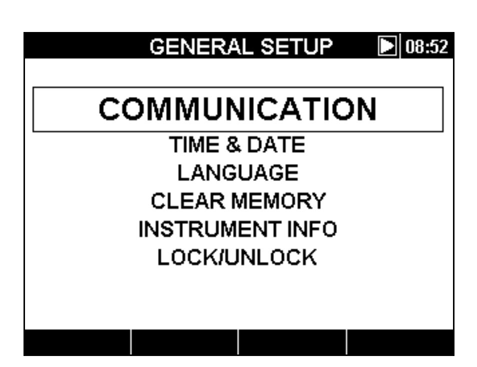


Abbildung 3.58: Menü "GENERAL SETUP"

Tabelle 3.85: Beschreibung der Optionen des allgemeinen Setups

Communication (Kommunikation)	Kommunikation (Baudrate und Quelle) einrichten.
Time & Date (Zeit & Datum)	Einstellen von Zeit und Datum.
Language (Sprache)	Sprache auswählen.
Clear Memory (Speicher löschen)	Instrumentenspeicher löschen.
Instrument info (Instrumenten-information)	Informationen über das Instrument.

Verriegeln / Entriegeln	Instrument verriegeln, um nicht autorisierte Verwendung zu vermeiden.

Tabelle 3.86: Tastenfunktionen

	Funktion aus dem Menü "GENERAL SETUP" auswählen.
ENTER	Das ausgewählte Element aktivieren
ESC	Zurück zum Hauptmenü-Bildschirm "MAIN MENU".

3.17.1 Communication (Kommunikation)

In diesem Menü können der Kommunikationsanschluss (RS232, USB oder GPRS) und die Datenübertragungsrate eingerichtet werden.

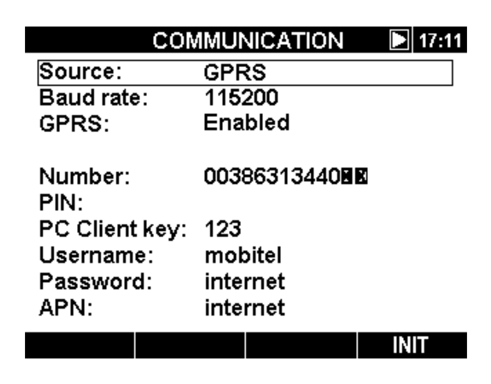


Abbildung 3.59: Setup-Bildschirm für Kommunikation

Tabelle 3.87: Beschreibung der Optionen des Kommunikations-Setups

Quelle:	RS-232-, USB- oder GPRS-Kommunikationsanschluss auswählen.
Baudrate:	Anschlussgeschwindigkeit auswählen.
GPRS*:	Status der GPRS-Kommunikation anzeigen. GPRS ist erst aktiviert, nachdem der INIT-Vorgang erfolgreich durchgeführt wurde.
Telefonnummer*:	GPRS-Modem-Telefonnummer. Die Telefonnummer wird durch die SIM-Karte definiert.
PIN*:	PIN-Code der SIM-Karte. Optionaler Parameter, der nur eingegeben werden muss, wenn dies auf der SIM-Karte aktiviert wurde.
Geheimcode*:	Geheimnummer für höhere Sicherheit, der Kommunikations-verbindung. Vor Verbindungsaufbau muss dieselbe Nummer in PowerView v2.0 eingegeben werden.
Benutzername:	APN-Nutzername, Bezug vom Mobilfunkanbieter.
Passwort*:	APN-Passwort, Bezug vom Mobilfunkanbieter.
APN*:	Zugangspunktname. Einzigartiges Merkmal für die Verbindung zum Netzwerk, Bezug vom Mobilfunkanbieter.

* Die für die GPRS-Kommunikation benötigten Einstellungen werden in Abschnitt 4.2.6 (optionales Zubehör A 1356) dargestellt. Weitere Informationen erhalten Sie im Benutzerhandbuch des GPRS-Modem A 1356.

Tabelle 3.88: Tastenfunktionen

F4	INIT GPRS-Modem initialisieren. Einzelheiten, s. 4.2.6.
◄ ►	Änderung der Kommunikationsquelle (RS-232, USB) Die Datenübertragungsrate von 2400 Baud bis 115200 Baud (für RS232) und von 2400 Baud bis 921600 Baud (für USB) verändern. Bewegung der Cursor-Position bei der Eingabe der GPRS-Modem-parameter.
▲ ▼	Cursortasten. Parameter auswählen Wechseln zwischen Zahlen- und Buchstabeneingabe für die Eingabe der GPRS-Parameter.
ENTER	Ausgewählte Parameter des GPRS-Modems bestätigen.
ESC	Zurück zum Menübildschirm "GENERAL SETUP".

3.17.2 Time & Date (Zeit & Datum)

In diesem Menü werden Zeit und Datum eingestellt.

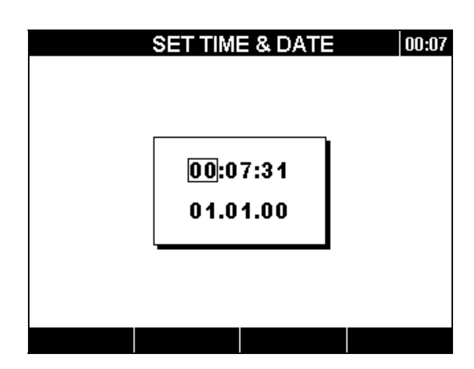


Abbildung 3.60: Bildschirm zur Einstellung von Datum und Zeit

Tabelle 3.89: Tastenfunktionen

◄ ►	Folgende Parameter können ausgewählt werden: Stunde, Minute, Sekunde, Tag, Monat und Jahr.
▲ ▼	Wert des ausgewählten Elements ändern.
ESC	Zurück zum Menübildschirm "GENERAL SETUP".

Hinweis: PowerQ4 / PowerQ4 Plus haben die Fähigkeit, die Zeituhr des Systems mit der Koordinierte Weltzeit (UTC) zu synchronisieren, wenn ein extern angeschlossenes GPS-Modul angeschlossen ist.
In diesem Fall, kann nur die Tageszeit angepasst werden (Zeitzone). Zur Nutzung dieser Funktion siehe 4.2.5.

3.17.3 Language (Sprache)

In diesem Menü können verschiedene Sprachen ausgewählt werden.

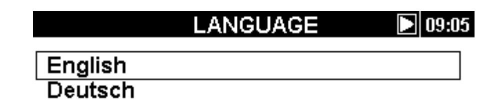


Abbildung 3.61: Bildschirm Sprachen-Setup

Tabelle 3.90: Tastenfunktionen

Taste	Funktion
▲ ▼	Sprache auswählen.
ENTER	Die gewählte Sprache bestätigen.
ESC	Zurück zum Menübildschirm "GENERAL SETUP".

3.17.4 Speicher löschen

Verwenden Sie dieses Menü, um die verschiedenen Speicher des Instruments zu löschen. Der Benutzer kann eines der folgenden Elemente zur Löschung auswählen:

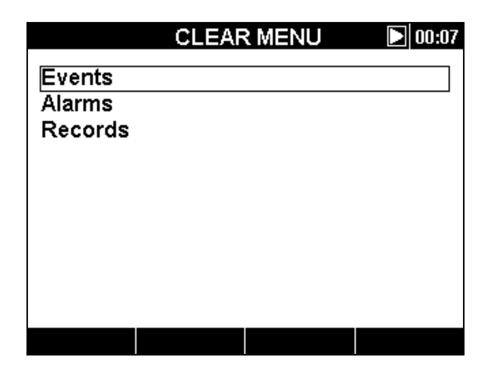
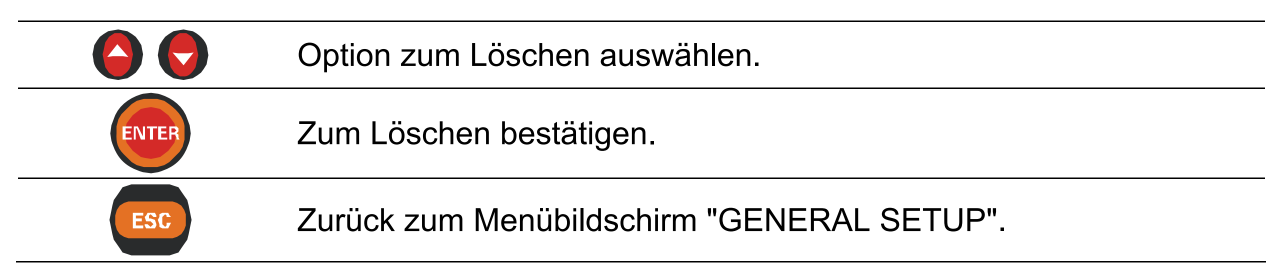


Abbildung 3.62: Menübildschirm Löschen

Tabelle 3.91: Beschreibung der Optionen des Löschmenüs

Ereignisse:	Tabelle der Spannungsereignisse löschen.
Alarme:	Alarm-Tabelle löschen.
Datensätze:	Alle gespeicherten Datensätze löschen.

Tabelle 3.92: Tastenfunktionen



▲ ▼	Option zum Löschen auswählen.
ENTER	Zum Löschen bestätigen.
ESC	Zurück zum Menübildschirm "GENERAL SETUP".

3.17.5 Instrument info (Instrumenteninformation)

Grundlegende Informationen zum Instrument können in diesem Menü eingesehen werden: Firma, Benutzerdaten, Seriennummer, Firmwareversion und Hardwareversion.

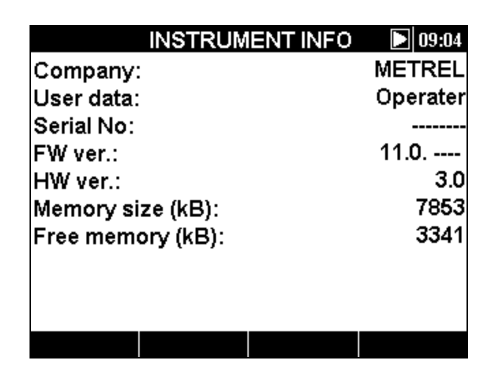


Abbildung 3.63: Infobildschirm des Instrumentes

Tabelle 3.93: Tastenfunktionen

	Zurück zum Menübildschirm "GENERAL SETUP".

3.17.6 Verriegeln / Entriegeln

Die Programme PowerQ4 / PowerQ4 Plus verfügen über die Fähigkeit, eine nicht autorisierte Verwendung aller Funktionen, durch einfache Verriegelung des Instruments zu verhindern. Die Verriegelung des Instruments kann aus mehreren Gründen notwendig sein, vor allem, wenn es sich eine längere Zeit unbeaufsichtigt an einer Messstelle befindet. Folgende Gründe kommen in Frage: Vermeidung eines ungewollten Abbruchs einer Aufzeichnung, Vermeidung unerwünschter Änderungen der Einstellungen des Instruments oder Messeinstellungen etc. Durch die Verriegelung des Instruments können zwar unerwünschte Änderungen der Funktionen vermieden werden, jedoch werden zerstörungsfreie Betriebsabläufe wie Anzeigen von Messwerten oder -Verläufen dennoch ausgeführt.

Die Verriegelung des Instrument erfolgt durch Eingabe des geheimen Verriegelungscodes im Bildschirm Verriegeln / Entriegeln.

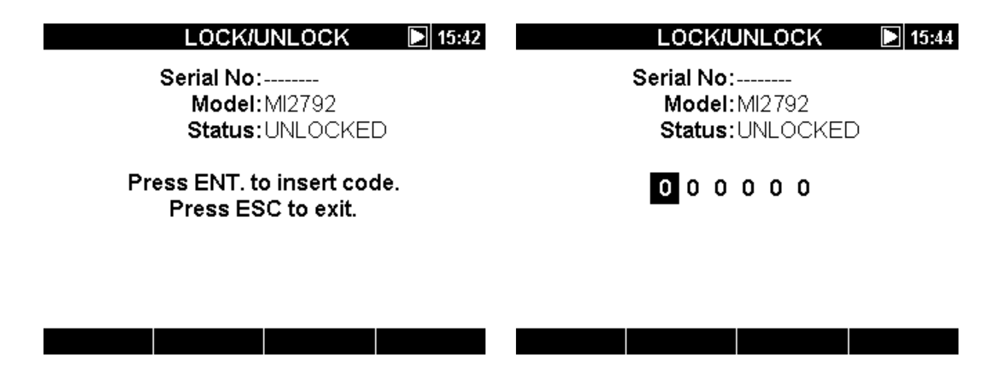


Abbildung 3.64: Bildschirm Verriegeln / Entriegeln

Tabelle 3.94: Tastenfunktion

	Ziffern auswählen
	Wert der ausgewählten Ziffer ändern
ENTER	Verriegelungscode einrichten / bestätigen.
ESC	Zurück zum Menübildschirm "GENERAL SETUP".

In der folgenden Tabelle wird dargestellt, wie sich das Verriegeln auf die Funktion des Instruments auswirkt.

Tabelle 3.95: Funktionen bei Verriegelung des Instruments

MESSUNGEN	Wellenform-Momentanwerte blockiert
RECORDER	Kein Zugriff
MESSGERÄT EINRICHTEN	Kein Zugriff
ALLGEMEINE EINSTELLUNGEN	Kein Zugriff außer Menü Verriegeln / Entriegeln

Eine Warnmeldung wird angezeigt, wenn der Benutzer blockierte Funktionen nutzen will. Durch Drücken von Enter, während die Warnmeldung angezeigt wird, gelangt man in das Menü Verriegeln / Entriegeln, von wo aus es durch Eingabe des festgelegten Codes entriegelt werden kann.

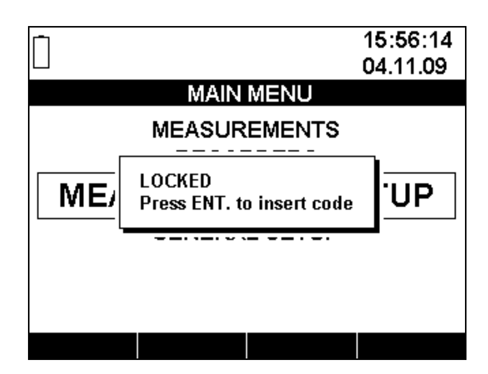


Abbildung 3.65: Warnmeldung bei verriegeltem Instrument

Hinweis: Falls der Benutzer den Entriegelungscode vergessen hat, kann der allgemeine Code "120371" zur Entriegelung verwendet werden.

4 Praxis für Aufzeichnung und Anschluss des Instruments

Im folgenden Abschnitt werden empfohlene Messverfahren und Aufzeichnungsmethoden praktisch beschrieben.

4.1 Durchführen von Messungen

Messungen zur Analyse der Qualität des Stromnetzes stellen einen speziellen Typ Messung dar, wobei die Messungen mehrere Tage dauern können. In den meisten Fällen werden solche Messungen nur *einmal* durchgeführt. Üblicherweise wird eine Analyse durchgeführt, um:

- einige Punkte im Stromnetz statistisch zu analysieren.
- einen Fehler bei einem bestimmten Gerät oder einer bestimmten Maschine zu beheben.

Da die meisten Messungen nur einmalig *durchgeführt* werden, ist die korrekte Einstellung der Messgeräte von großer Bedeutung. Die Messung mit falschen Einstellungen kann zu falschen oder nutzlosen Messergebnissen führen. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass sowohl der Benutzer als auch das Messgerät vor Beginn der Messung vollständig vorbereitet sind.
In diesem Abschnitt wird das empfohlene Vorgehen beim Aufzeichnen erklärt. Es wird dringend empfohlen, genau nach dieser Anleitung vorzugehen, um häufig vorkommende Probleme und Messfehler zu vermeiden. Die folgende Abbildung fasst das empfohlene Vorgehen in der Messpraxis kurz zusammen. Anschließend wird jeder Einzelschritt genau beschrieben.

Hinweis: Die PC-Software PowerView v2.0 kann folgende Parameter nach ausgeführter Messung korrigieren:

- falsche Echtzeiteinstellungen,
- falscher Strom- bzw. Spannungsskalierfaktor.

Fehler durch ein fehlerhaft angeschlossenes Instrument (vertauschte Kabel, entgegengesetzte Klemmenrichtung) hingegen können nicht mehr korrigiert werden.

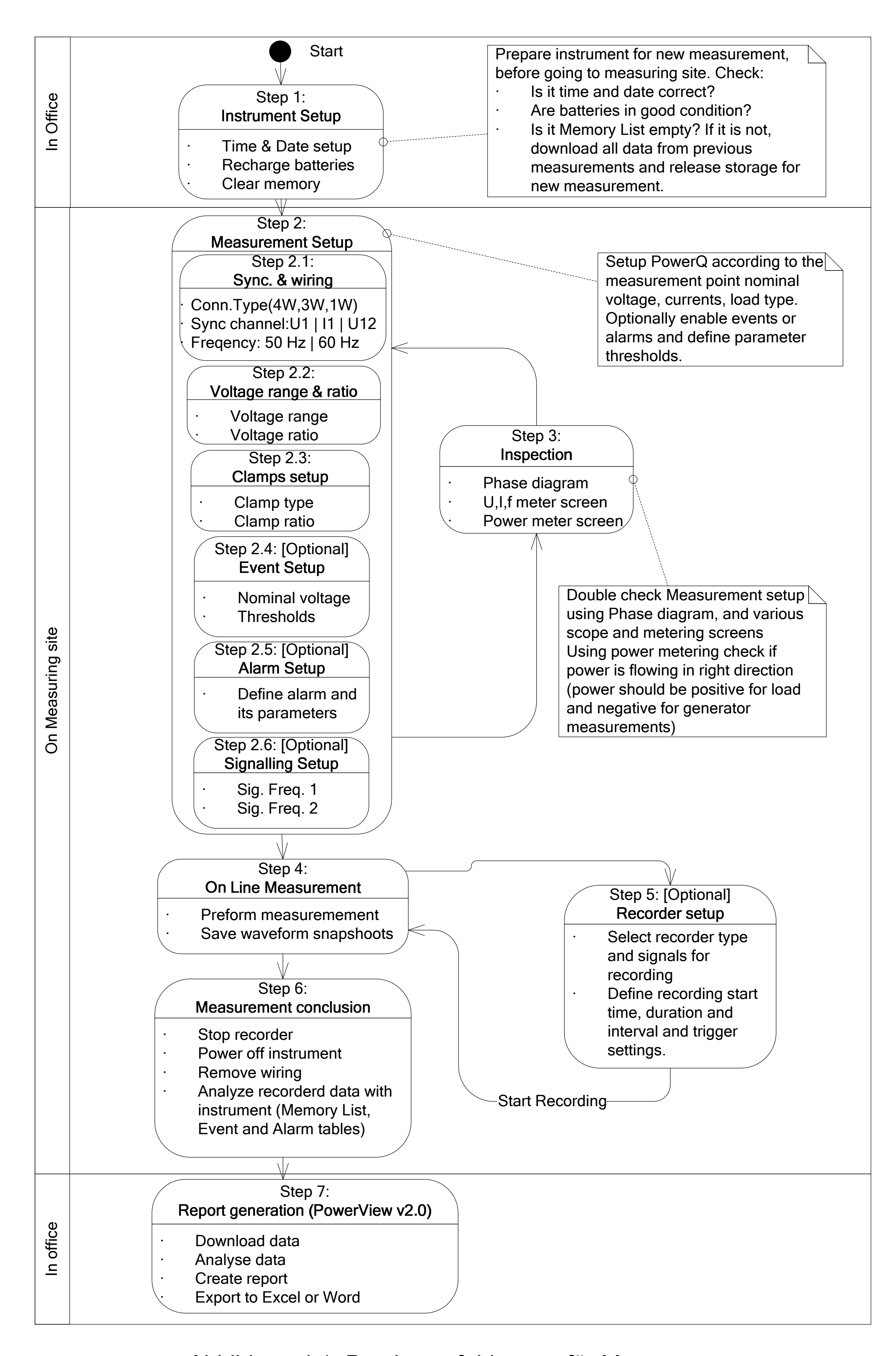


Abbildung 4.1: Praxisempfehlungen für Messungen

Schritt 1: Einrichtung des Instruments

Messungen vor Ort können sehr anstrengend sein, weshalb es sehr sinnvoll ist, die Messausrüstung bereits im Büro vorzubereiten. Vorbereitung von PowerQ4 / PowerQ4 Plus einschließlich folgender Schritte:

- Sichtprüfung des Instruments und des Zubehörs.
  Warnung: Verwenden Sie keinesfalls sichtbar beschädigte Geräte!
- Stets Batterien verwenden, die in einwandfreiem Zustand sind und vor dem Verlassen des Büros vollständig aufgeladen wurden.
  Hinweis: Halten Sie Batterien in gutem Zustand. Bei problematischer PQ-Umgebung, wo Spannungsabfälle und Unterbrechungen häufig vorkommen, ist die Stromversorgung des Instruments vollständig auf die Batterien angewiesen!
- Laden Sie alle vorherigen Aufzeichnungen vom Instrument herunter und Löschen Sie den Speicher. (Anweisungen zum Löschen des Speichers, s. 3.10)
- Stellen Sie Zeit und Datum des Instruments korrekt ein. (Anweisungen zur Einstellung von Zeit und Datum, s. 0)

Schritt 2: Einrichtung der Messfunktionen

Die Anpassung der Messgerätkonfiguration wird vor Ort *durchgeführt*, nachdem Sie Einzelheiten bzgl. Nennspannung, Strömen, Leitungstypen etc. in Erfahrung gebracht haben.

Schritt 2.1: Synchronisierung und Verdrahtung

- Die Stromzangen und Spannungsmessspitzen entsprechend "Gerät zur Messung" anschließen (Details, s. Abschnitt 4.2).
- Den korrekten Anschlusstyp im Menü "Connection Setup" (Verbindung einrichten) einstellen (Details, s. 3.16.1).
- Den Synchronisierungskanal auswählen. Die Synchronisierung anhand der Spannung wird empfohlen, es sei denn, die Messung wird an hochgradig verzerrten Lasten, etwa an PWM-Antrieben, vorgenommen. In diesem Fall kann Stromsynchronisierung das geeignetere Verfahren sein. (Details, s. 3.16.1).
- Systemfrequenz auswählen. Die Systemfrequenz ist standardmäßig auf Netzfrequenz eingestellt. Diesen Parameter einstellen, wenn Signalwerte oder Flicker gemessen werden sollen.

Schritt 2.2: Spannungsbereich und -verhältnis

- Den geeigneten Spannungsbereich anhand der Nennspannung des Stromnetzes auswählen.
  Hinweis: Für 4-W- und 1-W-Messungen werden alle Spannungen als Phase-zu-Neutralleiter (L-N) angegeben. Für 3-L-Messungen werden alle Spannungen als Phase zu Phase (L-L) angegeben
  Hinweis: Das Instrument gewährleistet die Genauigkeit von korrekten Messungen für Spannungen in Höhe von bis zu 150 % der gewählten Nennspannung.
- Wenn indirekte Spannungsmessungen durchgeführt werden sollen, Spannungsbereich 50 V ÷ 110 V auswählen und das Spannungsverhältnis gemäß Spannungswandler-Verhältnis auswählen. (Details, s. 3.16.1).

Schritt 2.3: Einrichten von Stromzangen

- Im Menü "Current Clamps" (Stromzangen) die korrekten Zangen auswählen (Details, s. Abschnitt 3.16.1).
- Die geeigneten Zangenparameter entsprechend dem Anschlusstyp auswählen (Details, s. 4.2.3).

Schritt 2.4: Ereigniseinrichtung (optional)

Diesen Schritt nur durchführen, wenn Spannungsereignisse Gegenstand der Betrachtung sind. Wählen Sie die Nennspannung und die Schwellenwerte für: Spannungsabfälle, -anstiege und -unterbrechungen (siehe Abschnitte 3.16.2 und 3.13).
Hinweis: Ereignisse in "EVENT SETUP" (Ereignisse einrichten) nur aktivieren, wenn Sie Ereignisse erfassen möchten, ohne dazu den RECORDER zu benutzen.

Schritt 2.5: Alarmeinrichtung (optional)

Diesen Schritt nur durchführen, wenn Sie prüfen möchten, ob Größen vordefinierte Grenzwerte (Details, s. 3.14 und 3.16.3) durchlaufen.
Hinweis: Alarmprotokollierung nur aktivieren, wenn Sie Alarme ohne Mithilfe des RECORDERS erfassen wollen.

Schritt 2.6: Signaleinrichtung (optional)

Verwenden Sie diesen Schritt ausschließlich, wenn Sie Netzsignalspannungen messen möchten.

Schritt 3: Prüfung

Nachdem Messgerät- und Messungskonfiguration abgeschlossen sind, muss der Benutzer erneut prüfen, ob alles korrekt angeschlossen und konfiguriert ist. Dazu werden folgende Schritte empfohlen.

- Prüfen Sie mithilfe des Menüs "PHASE DIAGRAM" (Phasendiagramm), ob die Spannungs- und Strom-Phasensequenz entsprechend dem System korrekt eingestellt ist. Entsprechend prüfen, ob der Strom die korrekte Drehrichtung aufweist.
- Im Menü U, I, f prüfen, ob die Spannungs- und Stromwerte korrekt sind.
- Darüber hinaus den Spannungs- und Strom-Gesamtklirrfaktor prüfen.
  Hinweis: Ein übermäßig hoher Gesamtklirrfaktor kann bedeuten, dass ein zu kleiner Bereich gewählt wurde!
  Hinweis: Bei einem AD-gewandelten Strom- und Spannungswert werden die Werte farblich invertiert dargestellt 250,4 V.
  Hinweis: Falls der Phasenstrom- und der Spannungswert nicht innerhalb einer Spanne von 10% ÷ 150% liegen, werden die Werte invertiert farblich dargestellt 0,4 V.
- Mithilfe des Menüs POWER (LEISTUNG) die Vorzeichen und Indizes von Wirkleistung, Blindleistung und Leistungsfaktor prüfen.

Wenn einer der vorgenannten Schritte verdächtige Messergebnisse liefern, zu Schritt 2 zurück gehen und die Messparameter erneut prüfen.

Schritt 4: Online-Messung

Das Instrument ist nun messbereit. Die Leiterparameter für Spannung, Strom, Netzoberwellen, entsprechend dem Messprotokoll und den Kundenproblemen messen.

Hinweis: Wichtige Messungen mithilfe der Momentanwerterfassung von Wellenform festhalten. Momentanwerte der Wellenform erfassen alle Netzqualitätssignaturen auf einmal (Spannung, Strom, Leistung, Oberwellen, Flickern).

Schritt 5: Einrichtung des Recorders und Aufzeichnung

Menü RECORDERS verwenden, Aufzeichnungsart auswählen und folgende Aufzeichnungsparameter einstellen:

- Signale, die der Recorder aufzeichnen soll
- Zeitintervall für die Datenaggregation (IP)
- Aufzeichnungsdauer
- Startzeit der Aufzeichnung (optional)
- Zeichnen Sie gegebenenfalls die Erfassung von Ereignissen und Alarmen auf

Nach der Recordereinrichtung kann mit der Aufzeichnung begonnen werden. (Recorder-Details, s. 3.9).
Hinweis: Eine Aufzeichnung dauert üblicherweise einige Tage. Stellen Sie sicher, dass das Instrument nicht in die Hände von nicht befugten Personen gelangen kann. Wenn nötig, Verriegelungsfunktion nutzen (siehe 3.17.6).

Schritt 6: Interpretieren der Messungen

Bevor Sie den Messort verlassen, müssen Sie

- die aufgezeichneten Daten vorläufigen mithilfe der Trend-Bildschirme beurteilen.
- den Recorder stoppen.
- sicherstellen, dass alles benötigte aufgezeichnet wird.

Schritt 7: Berichterstellung (PowerView v2.0)

Datensätze mithilfe der PC-Software PowerView v2.0 herunterladen und Analyse durchführen. Siehe Details im Handbuch PowerView v2.0.

4.2 Anschlusseinrichtung

4.2.1 Anschluss an die Niederspannungsnetze

Das Instrument kann an 3-Phasen- und Einphasen-Netze angeschlossen werden.

Das tatsächliche Anschlussschema muss im Menü CONNECTION SETUP (ANSCHLUSSEINRICHTUNG, s. folgende Abbildung) festgelegt werden.

CONNECTION SETUP 15:38
Nominal range: 240 - 1000 V L-N
Voltage ratio: 1:3
Ph. Curr. Clamps ↵: A1122 (20 A)
N. Curr. Clamps ↵: A1033 (1000 A)
Connection ↵: 4W
Synchronization: U1
System frequency: 50Hz
Default Parameters

Abbildung 4.2: Setup-Bildschirm "CONNECTION"

Beim Anschließen des Instruments ist es wichtig, dass sowohl die Strom- als auch die Spannungsanschlüsse korrekt sind. Es müssen insbesondere folgende Regeln beachtet werden:

Stromzangen-Stromwandler

- Die auf der Stromzange angebrachte Markierung muss in Richtung des Stromflusses zeigen, von der Versorgung zur Last.
- Wird der Stromzangen-Stromwandler in umgekehrter Richtung angeschlossen, erscheint die in dieser Phase gemessene Leistung normalerweise negativ.

Phasenbeziehungen

- Mit dem am Stromeingang I_1 angeschlossenen Stromzangen-Stromwandler muss der Strom des Phasenleiters gemessen werden, an dem die Spannungsprüfspitze von L_1 angeschlossen ist.

3-Phasen-4-Leitersystem

Für dieses Anschlussschema die folgende Verbindung am Instrument auswählen:

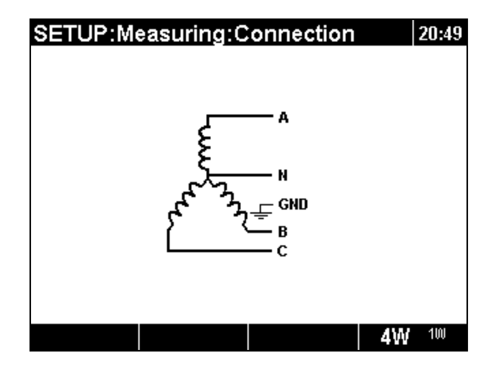


Abbildung 4.3: Auswahl des 3-Phasen-4-Drahtsystems am Instrument

Das Instrument muss entsprechend der folgenden Abbildung am Stromnetz angeschlossen werden:

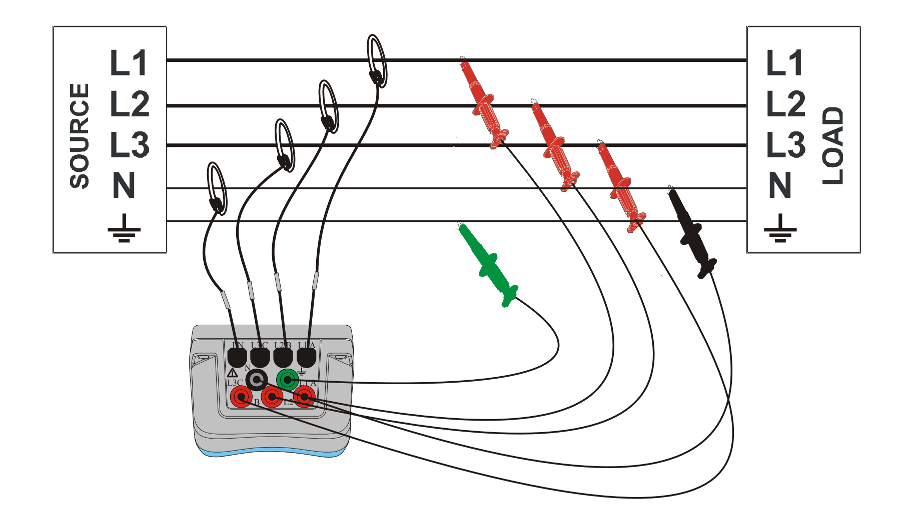


Abbildung 4.4: 3-Phasen-4-Drahtsystem

3-Phasen-3-Leitersystem

Für dieses Anschlussschema die folgende Verbindung am Instrument auswählen:

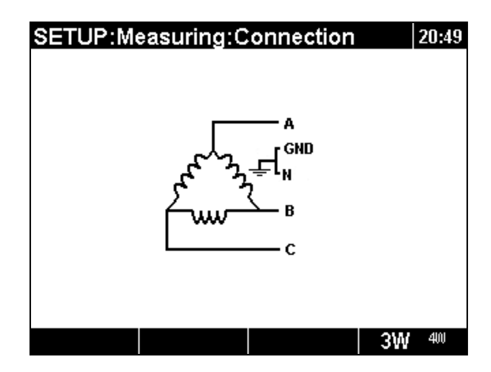


Abbildung 4.5: Auswahl des 3-Phasen-3-Drahtsystems am Instrument

Das Instrument muss entsprechend der folgenden Abbildung am Stromnetz angeschlossen werden.

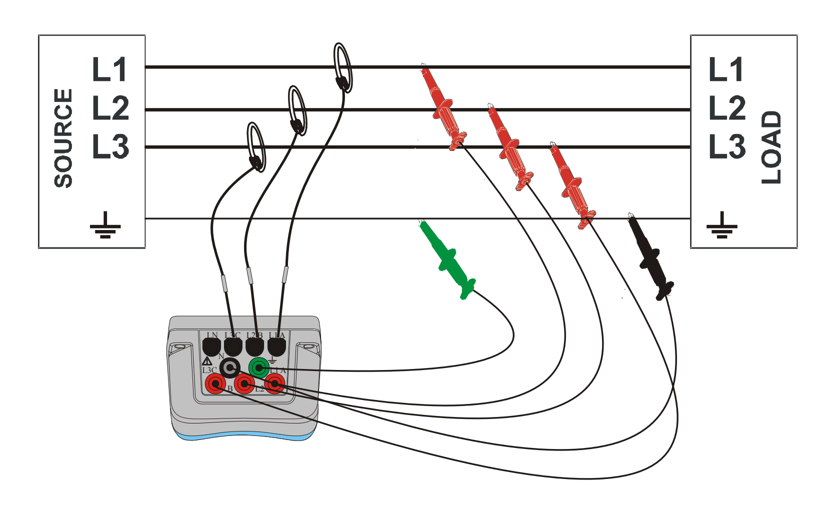


Abbildung 4.6: 3-Phasen-3-Drahtsystem

1-Phasen 3-Leitersystem

Für dieses Anschlussschema die folgende Verbindung am Instrument auswählen:

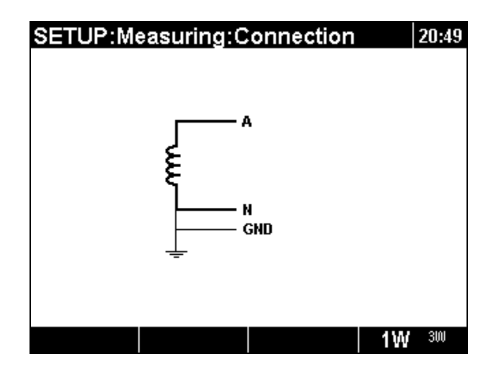


Abbildung 4.7: Auswahl des 1-Phasen-3-Drahtsystems am Instrument

Das Instrument muss entsprechend der folgenden Abbildung am Stromnetz angeschlossen werden.

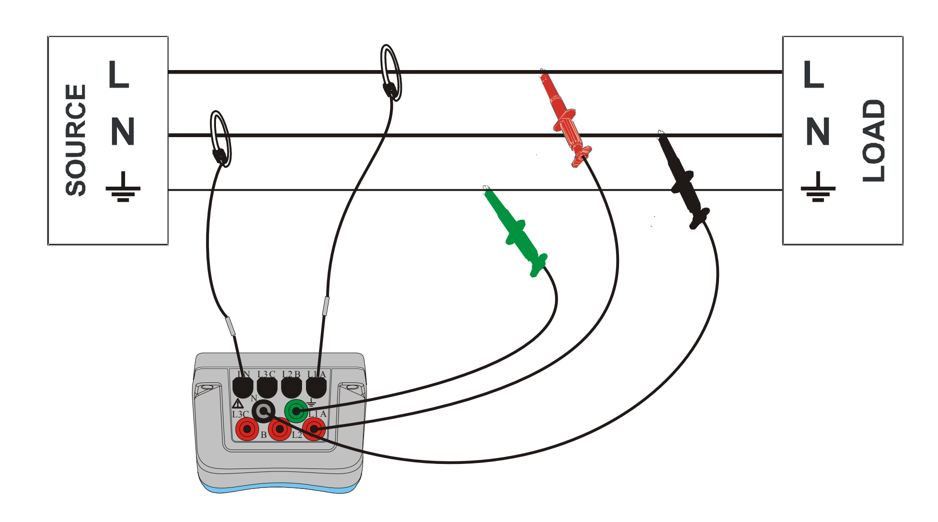


Abbildung 4.8: 1-Phasen-3-Drahtsystem

Hinweis: Bei der Aufzeichnung von Ereignissen wird empfohlen, nicht verwendete Spannungseingänge mit dem Spannungseingang N zu verbinden.

4.2.2 Anschluss an Mittel- und Hochspannungsnetze

Bei Systemen, in denen die Spannung auf der Sekundärseite eines Spannungswandlers (zum Beispiel 11 kV / 110 V) gemessen wird, muss der Spannungsbereich auf 50÷110 V und der Skalierfaktor dieses Spannungswandlers als Verhältnis im Instrument eingegeben werden, damit die Messung korrekt ist. In der nächsten Abbildung werden die Einstellungen für dieses spezifische Beispiel gezeigt.

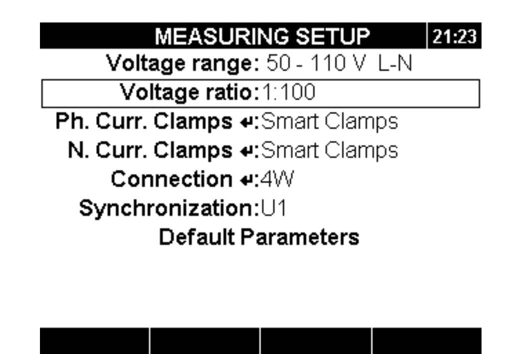


Abbildung 4.9: Spannungsverhältnis für 11kV / 110kV (Transformatorbeispiel)

Das Instrument muss entsprechend der folgenden Abbildung am Stromnetz angeschlossen werden.

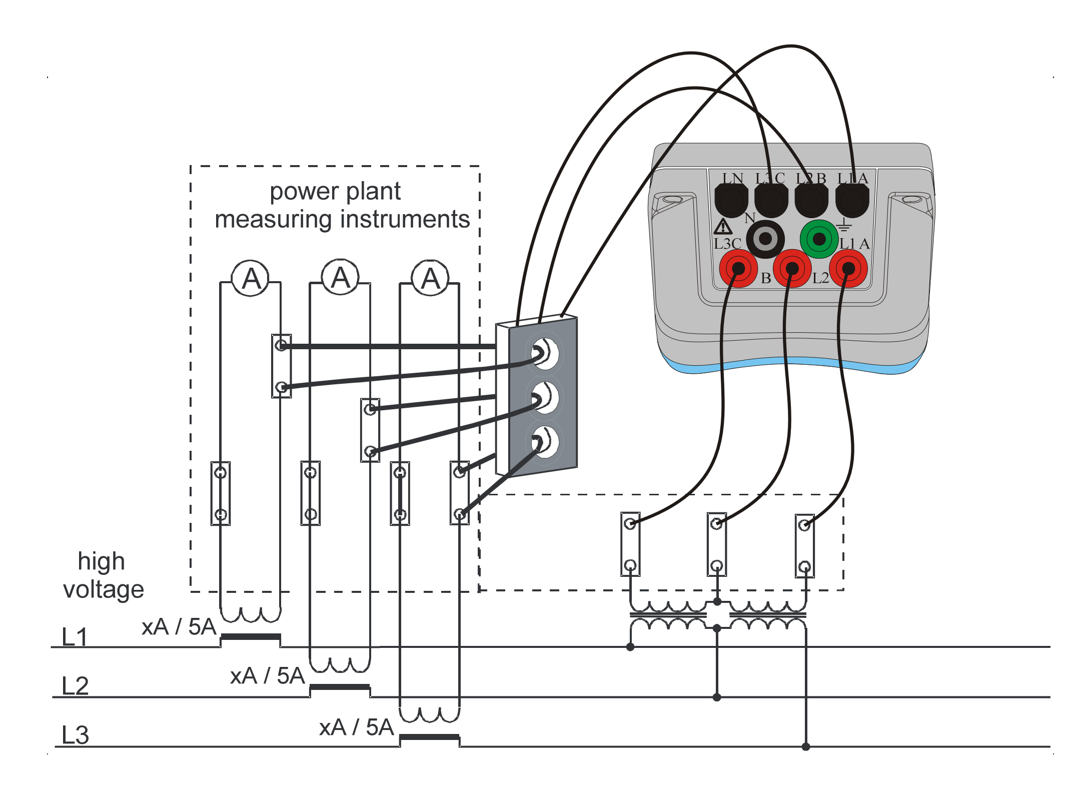


Abbildung 4.10: Anschließen des Instruments an bestehende Stromwandler in Mittelspannungssystem

4.2.3 Stromzange auswählen und Transformationsverhältnis einstellen

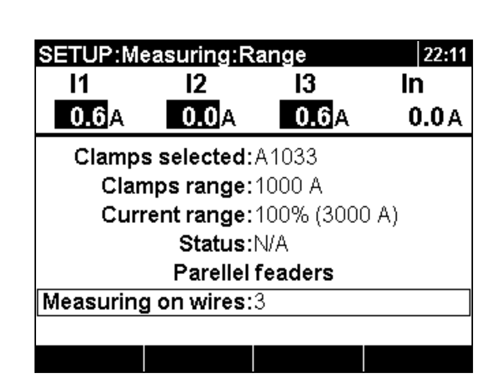
Die Zangenauswahl kann anhand zweier Beispiele verdeutlicht werden: **Direkte Strommessung** und **indirekte Strommessung.** Im nächsten Abschnitt wird das empfohlene Vorgehen für beide Fälle gezeigt.

Direkte Strommessung mit Stromzangen-Stromwandler

Bei dieser Messung wird der Last- / Generatorstrom direkt mit einem Stromzangen-Stromwandler gemessen. Die Wandlung von Strom zu Spannung wird **direkt** von den Klemmzangen *vorgenommen*.

Die direkte Strommessung mit jedem Stromzangen-Stromwandler *durchgeführt* werden. Wir empfehlen ausdrücklich intelligente Stromzangen: Flex Clamps A 1227 und Iron Clamps A 1281. Ebenso können ältere Metrel-Zangenmodelle wie A 1033 (1000A), A1069 (100A), A1120 (3000A), A1099 (3000A) verwendet werden.

Bei Systemen mit großen Lasten kann es sein, dass einige wenige der parallele Zuleitungen nicht mit einer Stromzange umgriffen werden können. In diesem Fall ist die Strommessung an nur einer Zuleitung, wie in der folgenden Abbildung gezeigt durchzuführen.



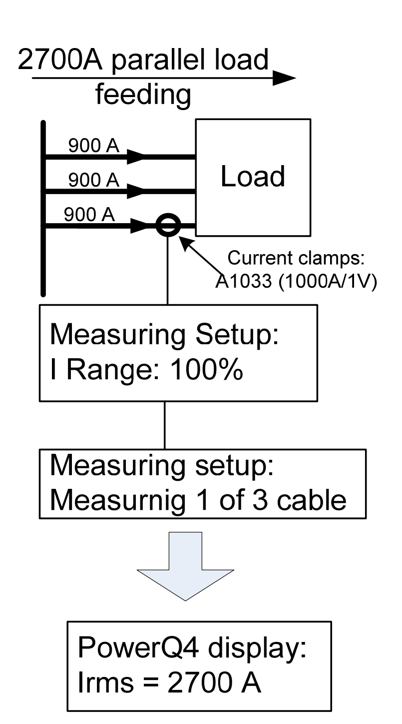


Abbildung 4.11: Parallelzuleitung bei großer Last

Beispiel: Es wird eine Stromlast von 2700 A über drei 3 gleiche parallele Einspeisekabel zugeführt. Um einen Strom zu messen berühren wir mit der Stromzange nur ein Kabel. Wir wählen im Stromzangen-Menü: Messungen an Drähten: 3. So geht das Instrument davon aus, dass lediglich ein Drittel des Stromes gemessen wird.
Hinweis: Während der Einrichtung kann für den Strombereich "Current range: 100% (3000 A)" beobachtet werden.

Indirekte Strommessung

Die indirekte Strommessung mit Primärstromwandlern wird verwendet, wenn der Benutzer 5A-Stromzangen auswählt: A 1122 oder A 1037. Der Laststrom wird in dem Fall **indirekt** durch zusätzliche Primärstromwandler gemessen.
Ein **Beispiel**: Angenommen, es fließen 100 A an Primärstrom durch einen primären Stromwandler, der ein Stromverhältnis von 600 A : 5 A besitzt, dann ergibt sich die in der folgenden Abbildung gezeigte Einstellung.

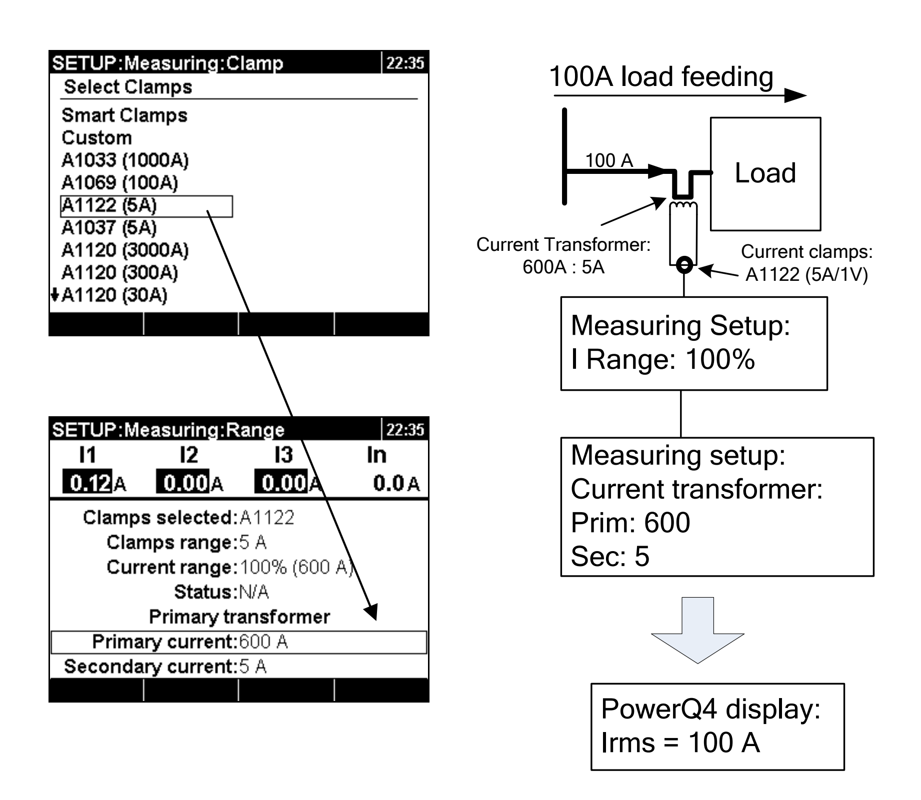


Abbildung 4.12: Stromzangenauswahl für indirekte Strommessung

Überdimensionierte Stromwandler

Stromwandler in den Anlagen vor Ort sind üblicherweise, wegen der Möglichkeit, dass "neue Lasten in der Zukunft hinzukommen könnten" überdimensioniert. Es ist dann möglich, dass im primären Stromwandler weniger als 10 % des Nennstromes des Transformators fließen. In diesen Fällen wird, wie in der Abbildung gezeigt, empfohlen, 10 % Strommessbereich auszuwählen.

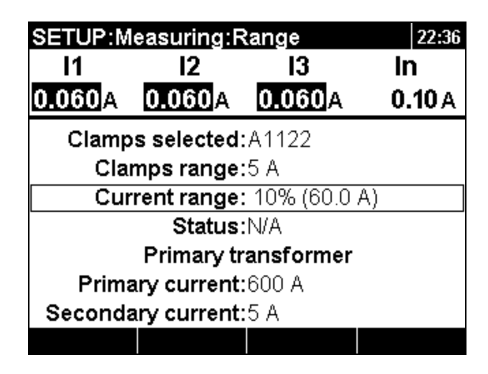


Abbildung 4.13: Auswahl von 10% des Stromzangenbereichs

Hinweis: Beachten Sie, dass bei einer direkten Strommessung mit 5 A Stromzangen das primäre Übersetzungsverhältnis auf 5 A : 5 A gesetzt werden muss.

 WARNUNG!

- **Die Sekundärwicklung des Stromwandlers muss bei Strom führenden Teilen offen bleiben.**
- **Ein offener Sekundärstromkreis kann zu lebensgefährlich hohen Spannungen an den Klemmen führen.**

Automatische Stromzangenerkennung

Metrel hat die Smart-Stromzangen-Produkte erfunden, um die Auswahl und die Einstellungen von Stromzangen zu verbessern. Smart Clamps sind schalterlose Mehrbereichsstromzangen, die vom Instrument automatisch erkannt werden. Zur Aktivierung der Erkennung von Smart Clamps muss einmalig wie folgt vorgegangen werden:

1. Das Instrument einschalten
2. Stromzangen an PowerQ4 / PowerQ4 Plus anschließen (z.B. A 1227)
3. Eingabe: Messungseinrichtung ➔ Anschlusseinrichtung ➔ Ph./N. Strom Menü Stromzangen
4. Auswahl: Intelligente Stromzangen
5. Nun wird der Stromzangentyp automatisch vom Instrument erkannt.
6. Der Benutzer muss nun den Messbereich der Stromzange auswählen und die Einstellungen bestätigen

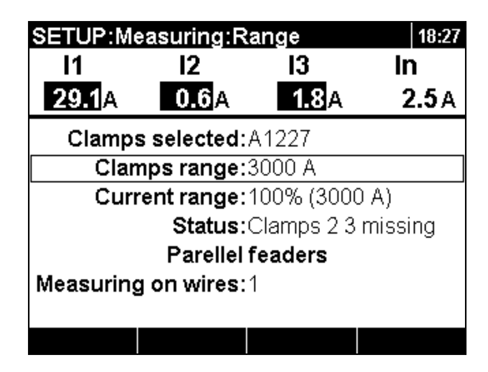


Abbildung 4.14: Einrichten der automatisch erkannten Stromzangen

Das Instrument erkennt die Stromzangeneinstellung auch bei der nächsten Benutzung. Dazu muss der Benutzer lediglich:

1. Die Stromzange an das Instrument anschließen
2. Das Instrument einschalten

Das Instrument erkennt die Stromzangen beim nächsten Mal automatisch und stellt den Messbereich auf die zuletzt verwendeten Einstellungen ein. Wenn die Stromzange abgeklemmt wurde, erscheint die folgende Dialogmeldung.

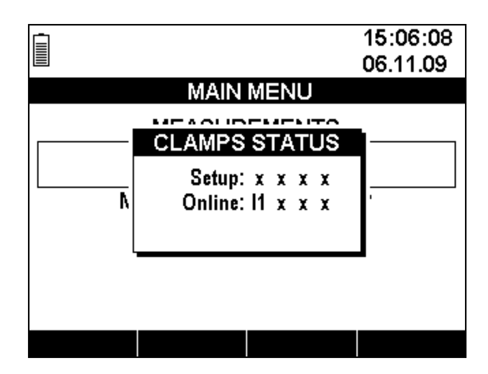


Abbildung 4.15: Status der automatisch erkannten Stromzangen

Das Menü Status der Stromzangen gibt an, dass eine Diskrepanz zwischen eingerichteter Stromzange und angeschlossener Stromzange besteht. In der Abbildung oben, z.B., wird gezeigt, dass keine Stromzange definiert wurde (X), jedoch aktuell Zangen am Stromkanal I1 vorhanden sind.

Tabelle 4.1: Symbole und Abkürzungen des Stromzangenstatus-Bildschirms

Setup (Einrichtung)	Stromzangen anzeigen, die während der Einrichtung in Messungen➔Anschluss➔Ph./N. Stromzangen eingerichtet wurden. • **X**: Zangen an diesem Stromkanal fehlen • **I1/I2/I3/In**: Zangen lagen an und wurden eingerichtet • **Ts:** Temperaturfühler lag an und wurde eingerichtet
Online	Stromzangen anzeigen, die aktuell an das Instrument angeschlossen sind: • **X**: Zangen an diesem Stromkanal fehlen • **I1/I2/I3/In**: Stromzangen liegen im Moment an • **Ts:** Temperaturfühler liegt im Moment an

Hinweis: Intelligente Stromzangen nicht während des Aufzeichnens oder einer Messung abklemmen. Der Stromzangenmessbereich wird zurückgesetzt, wenn die Stromzange vom Instrument abgeklemmt wird.

4.2.4 Anschluss eines Temperaturfühlers

Die Temperaturmessung wird anhand eines intelligenten Temperaturfühlers, der an den Neutralleiter-Eingangskanal IN angeschlossen wird, durchgeführt. Zur Aktivierung der Erkennung von Smart Clamps muss einmalig wie folgt vorgegangen werden:

1. Das Instrument einschalten
2. Anschließen des Temperaturfühlers an PowerQ4 / PowerQ4 Plus Neutral-Eingangskanal
3. Eingabe: Messungseinrichtung ➔ Anschlusseinrichtung ➔ N. Stromzangen.
4. Auswahl: Intelligente Stromzangen
5. Nun wird der Temperaturfühler automatisch vom Instrument erkannt.
6. Der Benutzer bestätigt anschließend die Einstellungen

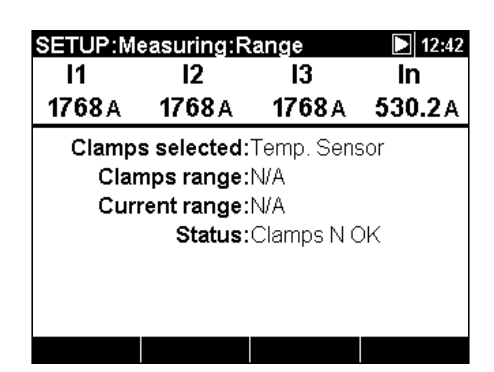


Abbildung 4.16: Einstellungen für automatische Erkennung der Temperaturfühler

Das Instrument erkennt die Einstellung auch bei der nächsten Benutzung. Dazu muss der Benutzer lediglich:

1. Den Temperaturfühler an das Instrument anschließen
2. Das Instrument einschalten

Das Instrument erkennt den Temperaturfühler automatisch. Das folgende Popup-Fenster erscheint auf dem Bildschirm, wenn der Temperaturfühler angeschlossen oder entfernt wurde.

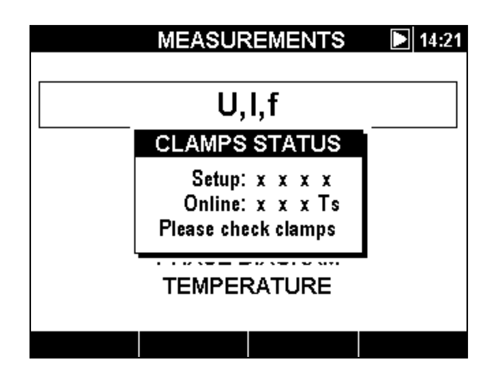


Abbildung 4.17: Popup-Fenster bei erkanntem Temperaturfühler

4.2.5 GPS-Zeitsynchronisierung bei Geräteanschluss[12]

PowerQ4 Plus hat die Fähigkeit, die Zeituhr des Systems mit der Koordinierte Weltzeit (UTC) zu synchronisieren, wenn ein extern angeschlossenes GPS-Modul angeschlossen wird (optionales Zubehörteil A 1355). Um diese besondere Funktion zu nutzen, muss der USB-Eingang als primärer Kommunikationsport ausgewählt werden. Wenn dies geschehen ist, kann das GPS-Modul an den PS/2-Kommunikationsport angeschlossen werden. PowerQ4 Plus unterscheidet zwei verschiedene Zustände für GPS-Modulfunktionen.

Tabelle 4.2: GPS-Funktionen

	GPS-Modul erfasst, Position ungültig oder kein GPS-Satellitensignal-Empfang.
	GPS-Modul erfasst, GPS-Satellitensignal-Empfang vorhanden, Datum und Zeit gültig und synchronisiert, Synchronisierungs-Impulse aktiv

Sobald eine feste Ausgangsposition eingenommen wurde, verlangt das Instrument vom Benutzer die korrekte Zeitzone einzustellen (*siehe Abbildung unten*).

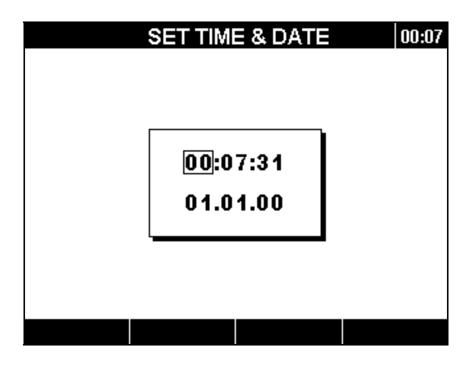


Abbildung 4.18: Bildschirm zur Einstellung der Zeitzone

Tabelle 4.3: Tastenfunktion

	Zeitzone einstellen
ESC	Beenden

[12] nur PowerQ4 Plus

Wenn die Zeitzone eingestellt ist, synchronisiert PowerQ4 Plus seine Systemuhr und die interne RTC-Uhr mit der empfangenen UTC-Zeit. Das GPS-Modul gibt dem Instrument darüber hinaus jede Sekunde äußerst akkurate Synchronisierungsimpulse (PPS – Pulse Per Second) zur Synchronisierung, falls der Satellitenempfang ausfällt.

Hinweis: Die GPS-Synchronisierung ist vor den Messungen vorzunehmen.

Detaillierte Informationen finden Sie im Benutzerhandbuch des GPS-Receivers A 1355.

4.2.6 Anschluss des GPRS-Modems[13]

PowerQ4 Plus kann mithilfe eines GPRS-Modems (optionales Zubehörteil - A 1356) per Remote-Steuerung bedient werden. Um mithilfe von PowerView v2.0 eine Remote-Verbindung zum Instrument aufzubauen, sind die Kommunikationsparameter zu definieren. Die unten stehende Abbildung zeigt das Menü KOMMUNIKATION in den ALLGEMEINEN EINSTELLUNGEN (GENERAL SETUP).

COMMUNICATION 17:11
Source: RS232
Baud rate: 115200
GPRS: Disabled
Number: 0038631344[illegible]
PIN:
Secret key: 123
Username: mobitel
Password: internet
APN: internet
INIT

Abbildung 4.19: Setup-Bildschirm GPRS-Anschluss

Die folgenden Parameter müssen zur Erstellung einer GPRS-Kommunikation eingegeben werden:

Tabelle 4.4: Parameter für GPRS-Einrichtung

Nummer:	**Erforderlich**	Eingabe der Telefonnummer
PIN:	**Optional**	Diesen Parameter eingeben, wenn die SIM-Karte dies verlangt. Wenn Sie den PIN auf Ihrer SIM-Karte nicht deaktiviert haben, tun Sie dies mithilfe Ihres Mobiltelefons.
Geheimcode	**Erforderlich**	Zahlencode eingeben (z.B. dreistellig). Der Benutzer muss diese Zahl später wiederverwenden und in PowerView v2.0 zur Verbindungsherstellung eingeben
APN	**Erforderlich**	Diese Parameter werden vom Mobilfunkunternehmen, bei dem die SIM-Karte für das GPRS-Modem bezogen wurde, ausgegeben. Sie sind notwendig, um mit dem GPRS-Modem eine Internetverbindung herzustellen.
Benutzername	**Erforderlich**	
Passwort	**Erforderlich**	

[13] nur PowerQ4 Plus

Nach Eingabe der Parameter muss der Anwender die Software PowerQ4 Plus mithilfe des Kabels an das Modem anschließen und die Initialisierung aktivieren (INIT), indem die Funktionsteste F4 gedrückt wird. Ein neues Fenster erscheint auf der Anzeige. Der GPRS-Test startet.

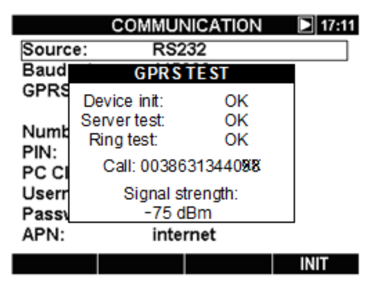


Abbildung 4.20: GPRS-Testbildschirm

Der Modemstatus kann über das Hauptmenü überwacht werden, siehe Abbildung unten.

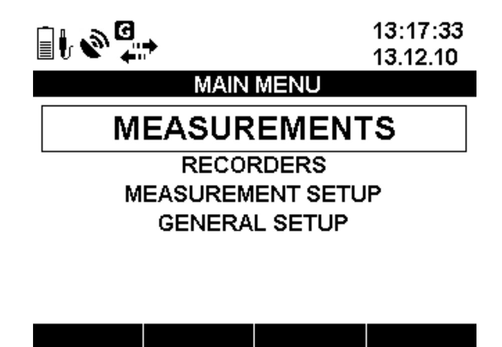


Abbildung 4.21: "HAUPTMENÜ"

Tabelle 4.5: GPRS-Modemsymbole

	GPS-Modulstatus (Optionales Zubehörteil A 1355)
	GPS-Modul erfasst, gibt jedoch ungültige Zeit- und Positionsdaten aus (Suche nach Satelliten oder Satellitensignal zu schwach)
	GPS-Zeit gültig – gültiges Satelliten-GPS-Zeitsignal)
	GPRS-Modemstatus (Optionales Zubehörteil A 1356)
	GPRS in Initialisierungsmodus (Details siehe Abschnitt 4.2.6)
	GPRS-Modem bereit, Anwenderruf entgegenzunehmen (Details siehe Abschnitt 4.2.6)
	GPRS-Kommunikation läuft (Details siehe Abschnitt 4.2.6)

Detaillierte Informationen finden Sie im Benutzerhandbuch des GPRS-Modems A 1356.

4.3 Anzahl der gemessenen Parameter und Abhängigkeit zur Verbindungsart

Die Parameter, die von PowerQ4 / PowerQ4 Plus angezeigt und gemessen werden, hängen hauptsächlich vom Netzwerktyp, wie in Menü CONNECTION SETUP definiert,

ab Verbindungsart. Beispielsweise erscheint lediglich die Messung für ein Einphasensystem, wenn der Benutzer als Anschlusssystem Einphasensystem gewählt hat. Die folgende Tabelle zeigt die Abhängigkeiten zwischen Messungsparametern und Netzwerktyp.

Tabelle 4.6: Gemessene Anzahl nach Instrument

		Anschlusstyp		
Wert		**1-L**	**3-L**	**4-L**
U,I,f	**RMS**	U_{1rms} U_{Nrms}	U_{12Rms} U_{23Rms} U_{31Rms}	U_{1rms} U_{2rms} U_{3rms} U_{Nrms} U_{12Rms} U_{23Rms} U_{31Rms}
	THD	THD_{U1} THD_{UN}	THD_{U12} THD_{U23} THD_{U31}	THD_{U1} THD_{U2} THD_{U3} THD_{UN} THD_{U12} THD_{U23} THD_{U31}
	Cf	CfU_1 CfU_N	CfU_{12} CfU_{23} CfU_{31}	CfU_1 CfU_2 CfU_3 CfU_N CfU_{12} CfU_{23} CfU_{31}
	RMS	I_{1rms} I_{Nrms}	I_{1rms} I_{2rms} I_{3rms}	I_{1rms} I_{2rms} I_{3rms} I_{Nrms}
	THD	THD_{I1} THD_{IN}	THD_{I1} THD_{I2} THD_{I3}	THD_{I1} THD_{I2} THD_{I3} THD_{IN}
	Cf	CfI_1 CfI_N	CfI_1 CfI_2 CfI_3	CfI_1 CfI_2 CfI_3 CfI_N
	freq	$freqU_1$ $freqI_1$	$freqU_{12}$ $freqI_1$	$freqU_1$ $freqI_1$
Leistung & Energie	**P**	$\pm P_1$	$\pm P_{tot}$	$\pm P_1$ $\pm P_2$ $\pm P_3$ $\pm P_{tot}$
	Q	$\pm Q_1$	$\pm Q_{tot}$	$\pm Q_1$ $\pm Q_2$ $\pm Q_3$ $\pm Q_{tot}$
	S	S_1	S_{tot}	S_1 S_2 S_3 S_{tot}
	PF	$\pm PF_1$	$\pm PF_{tot}$	$\pm PF_1$ $\pm PF_2$ $\pm PF_3$ $\pm PF_{tot}$
	DPF	$\pm DPF_1$		$\pm DPF_1$ $\pm DPF_2$ $\pm DPF_3$ $\pm DPF_{tot}$
Flicker	**Pst (1min)**	Pst_{1min1}	Pst_{1min12} Pst_{1min23} Pst_{1min31}	Pst_{1min1} $Pst_{1min\ 2}$ $Pst_{1min\ 3}$
	Pst	Pst_1	Pst_{12} Pst_{23} Pst_{31}	Pst_1 Pst_2 Pst_3
	Plt	Plt_1	Plt_{12} Plt_{23} Plt_{31}	Plt_1 Plt_2 Plt_3
Asym-metrie	**%**	-	u^- i^-	u^0 i^0 u^- i^-
	RMS		U^+ U^- I^+ I^-	U^+ U^- U^0 I^+ I^- I^0
Harmonische und Interharmonische	**$Uh_{1÷50}$**	$U_1h_{1÷50}$ $U_Nh_{1÷50}$	$U_{12}h_{1÷50}$ $U_{23}h_{1÷50}$ $U_{31}h_{1÷50}$	$U_1h_{1÷50}$ $U_2h_{1÷50}$ $U_3h_{1÷50}$ $U_Nh_{1÷50}$
	$Ih_{1÷50}$	$I_1h_{1÷50}$ $I_Nh_{1÷50}$	$I_1h_{1÷50}$ $I_2h_{1÷50}$ $I_3h_{1÷50}$	$I_1h_{1÷50}$ $I_2h_{1÷50}$ $I_3h_{1÷50}$ $I_Nh_{1÷50}$
	Uih_{1-50}	$U_1ih_{1÷50}$ $U_Nih_{1÷50}$	$U_{12}ih_{1÷50}$ $U_{23}ih_{1÷50}$ $U_{31}ih_{1÷50}$	$U_1ih_{1÷50}$ $U_2ih_{1÷50}$ $U_3ih_{1÷50}$ $U_Nih_{1÷50}$
	Iih_{1-50}	$I_1ih_{1÷50}$ $I_Nih_{1÷50}$	$I_1ih_{1÷50}$ $I_2ih_{1÷50}$ $I_3ih_{1÷50}$	$I_1ih_{1÷50}$ $I_2ih_{1÷50}$ $I_3ih_{1÷50}$ $I_Nih_{1÷50}$

Hinweis: Die Frequenzmessung ist vom Synchronisierungs-(Referenz-)Kanal abhängig, der vom Typ Spannung oder Strom sein kann.

Auch bei der Aufzeichnung besteht die gleiche Art von Abhängigkeit zum Anschlusstyp. Wählt der Benutzer Signals (Signale) im Menü RECORDER, so werden die Kanäle für die Aufzeichnung entsprechend dem Anschlusstyp, wie in der folgenden Tabelle aufgelistet, ausgewählt.

Tabelle 4.7: Recorderanzahl nach Instrument

		Wert	1-Phasensystem	3-L	4-L
U,I,f	Spannung	RMS	U_{1Rms} U_{NRms}	U_{12Rms} U_{23Rms} U_{31Rms}	U_{1Rms} U_{2Rms} U_{3Rms} U_{NRms} U_{12Rms} U_{23Rms} U_{31Rms}
		THD	THD_{U1} THD_{UN}	THD_{U12} THD_{U23} THD_{U31}	THD_{U1} THD_{U2} THD_{U3} THD_{UN} THD_{U12} THD_{U23} THD_{U31}
		CF	CfU_1 CfU_N	CfU_{12} CfU_{23} CfU_{31}	CfU_1 CfU_2 CfU_3 CfU_N CfU_{12} CfU_{23} CfU_{31}
	Strom	RMS	I_{1rms} I_{Nrms}	I_{1rms} I_{2rms} I_{3rms}	I_{1rms} I_{2rms} I_{3rms} I_{Nrms}
		THD	THD_{I1} THD_{IN}	THD_{I1} THD_{I2} THD_{I3}	THD_{I1} THD_{I2} THD_{I3} THD_{IN}
		CF	CfI_1 CfI_N	CfI_1 CfI_2 CfI_3	CfI_1 CfI_2 CfI_3 CfI_N
	Frequenz	f	$freqU_1$ | $freqI_1$	$freqU_{12}$| $freqI_1$	$freqU_1$ | $freqI_1$
Leistung & Energie	Leistung	P	P_1^+ P_1^-	P_{tot}^+ P_{tot}^-	P_1^+ P_1^- P_2^+ P_2^- P_3^+ P_3^- P_{tot}^+ P_{tot}^-
		Q	Q_1^{i+} Q_1^{c+} Q_1^{i-} Q_1^{c-}	Q_{tot}^{i+} Q_{tot}^{c+} Q_{tot}^{i-} Q_{tot}^{c-}	Q_1^{i+} Q_1^{c+} Q_1^{i-} Q_1^{c-} Q_2^{i+} Q_2^{c+} Q_2^{i-} Q_2^{c-} Q_3^{i+} Q_3^{c+} Q_3^{i-} Q_3^{c-} Q_{tot}^{i+} Q_{tot}^{c+} Q_{tot}^{i-} Q_{tot}^{c-}
		S	S_1^+ S_1^-	S_{tot}^+ S_{tot}^-	S_1^+ S_1^- S_2^+ S_2^- S_3^+ S_3^- S_{tot}^+ S_{tot}^-
	Energie	eP	eP_1^+ eP_1^-	eP_{tot}^+ eP_{tot}^-	eP_1^+ eP_1^- eP_2^+ eP_2^- eP_3^+ eP_3^- eP_{tot}^+ eP_{tot}^-
		eQ	eQ_1^{i+} eQ_1^{c+} eQ_1^{i-} eQ_1^{c-}	eQ_{tot}^{i+} eQ_{tot}^{c+} eQ_{tot}^{i-} eQ_{tot}^{c-}	eQ_1^{i+} eQ_1^{c+} eQ_2^{i+} eQ_2^{c+} eQ_3^{i+} eQ_3^{c+} eQ_{tot}^{i+} eQ_{tot}^{c+} eQ_1^{i-} eQ_1^{c-} eQ_2^{i-} eQ_2^{c-} eQ_3^{i-} eQ_3^{c-} eQ_{tot}^{i-} eQ_{tot}^{c-}
		eS	eS_1^+ eS_1^-	eS_{tot}^+ eS_{tot}^-	eS_1^+ eS_1^- eS_2^+ eS_2^- eS_3^+ eS_3^- eS_{tot}^+ eS_{tot}^-
	Leistungs-faktor	Pf	PF_1^{i+} PF_1^{c+} PF_1^{i-} PF_1^{c-}	PF_{tot}^{i+} PF_{tot}^{c+} PF_{tot}^{i-} PF_{tot}^{c-}	PF_1^{i+} PF_1^{c+} PF_2^{i+} PF_2^{c+} PF_3^{i+} PF_3^{c+} PF_{tot}^{i+} PF_{tot}^{c+} PF_1^{i-} PF_1^{c-} PF_2^{i-} PF_2^{c-} PF_3^{i-} PF_3^{c-} PF_{tot}^{i-} PF_{tot}^{c-}
		DPF	DPF_1^{i+} DPF_1^{c+} DPF_1^{i-} DPF_1^{c-}	-	DPF_1^{i+} DPF_1^{c+} DPF_2^{i+} DPF_2^{c+} DPF_3^{i+} DPF_3^{c+} DPF_1^{i-} DPF_1^{c-} DPF_2^{i-} DPF_2^{c-} DPF_3^{i-} DPF_3^{c-}
Flicker		Pst (1min)	Pst_{1min1}	Pst_{1min12} Pst_{1min23} Pst_{1min31}	Pst_{1min1} Pst_{1min2} Pst_{1min3}
		Pst (10min)	Pst_1	Pst_{12} Pst_{23} Pst_{31}	Pst_1 Pst_2 Pst_3
		Plt (2h)	Plt_1	Plt_{12} Plt_{23} Plt_{31}	Plt_1 Plt_2 Plt_3
Asymmetrie		%	-	u^- i^-	u^0 i^0 u^- i^-
Oberwellen		$Uh_{1\div50}$	$U_1h_{1\div50}$ $U_Nh_{1\div50}$	$U_{12}h_{1\div50}$ $U_{23}h_{1\div50}$ $U_{31}h_{1\div50}$	$U_1h_{1\div50}$ $U_2h_{1\div50}$ $U_3h_{1\div50}$ $U_Nh_{1\div50}$
		$Ih_{1\div50}$	$I_1h_{1\div50}$ $I_Nh_{1\div50}$	$I_1h_{1\div50}$ $I_2h_{1\div50}$ $I_3h_{1\div50}$	$I_1h_{1\div50}$ $I_2h_{1\div50}$ $I_3h_{1\div50}$ $I_Nh_{1\div50}$
		$Uih_{1\div50}$	$U_1ih_{1\div50}$ $U_Nih_{1\div50}$	$U_{12}ih_{1\div50}$ $U_{23}ih_{1\div50}$ $U_{31}ih_{1\div50}$	$U_1ih_{1\div50}$ $U_2ih_{1\div50}$ $U_3ih_{1\div50}$ $U_Nih_{1\div50}$
		$Iih_{1\div50}$	$I_1ih_{1\div50}$ $I_Nih_{1\div50}$	$I_1ih_{1\div50}$ $I_2ih_{1\div50}$ $I_3ih_{1\div50}$	$I_1ih_{1\div50}$ $I_2ih_{1\div50}$ $I_3ih_{1\div50}$ $I_Nih_{1\div50}$

5 Theorie und interne Funktion

Dieser Abschnitt enthält die grundlegende Theorie der Messfunktionen und technische Informationen über die interne Funktion des PowerQ4/PowerQ4 Plus einschließlich der Beschreibung der Messverfahren und Aufzeichnungsprinzipien.

5.1 Messverfahren

5.1.1 Messungsaggregation über Zeitintervalle

Erfüllt IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 4.4)

Als Basis-Messzeitintervall für:

- Spannung
- Strom
- Wirk-, Blind- und Scheinleistung
- Oberwellen
- Asymmetrie

gilt ein Intervall von 10 Perioden. Diese 10-Perioden-Messung wird in jedem Intervall gemäß IEC 61000-4-30 Klasse S neu synchronisiert. Die Messmethoden basieren auf der digitalen Abtastung der Eingangssignale, die zur Grundfrequenz synchronisiert werden. Jeder Eingang (4 Spannungen und 4 Ströme) wird 1024 mal in 10 Perioden abgetastet.

5.1.2 Spannungsmessung (Spannungsklasse)

Erfüllt IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.2)

Alle Spannungsmessungen stellen Effektivwerte von 1024 Abtastwerten der Spannungsklasse über ein Zeitintervall von 10 Perioden dar. Jedes 10. Intervall ist zusammenhängend und überschneidet sich nicht mit den 10 Nachbarintervallen.

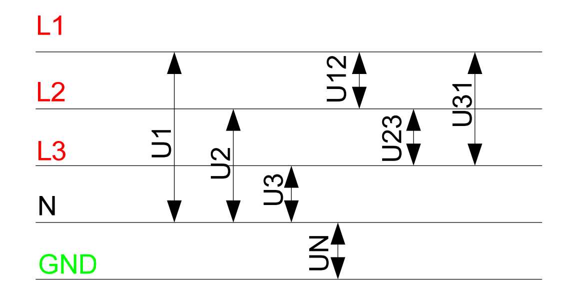


Abbildung 5.1: Phasen- und Phase-Phase-Spannung (Leitungsspannung)

Die Spannungswerte werden nach folgender Gleichung gemessen:

Phasenspannung: $$U_p = \sqrt{\frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} u_{p_j}^2}$$ [V], p: 1,2,3,N (1)

Leitungsspannung: $Upg = \sqrt{\frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024}(u_{pj} - u_{gj})^2}$ [V], *pg: 12,23,31* (2)

Crestfaktor Phasenspannung: $Cf_{Up} = \frac{U_{pPk}}{U_p}$, *p: 1,2,3,N* (3)

Crestfaktor Leitungsspannung: $Cf_{Upg} = \frac{U_{pgPk}}{U_{pg}}$, *pg: 12, 23, 31* (4)

Das Instrument verfügt intern über 3 Spannungsmessbereiche. Mittelspannung (MV, Middle Voltage) und Hochspannungs- (HV, high Voltage) Systeme können mit dem niedrigsten Spannungsmessbereich mithilfe von Stromwandlern gemessen werden. Der Spannungsfaktor sollte hier eingegeben werden Spannungsverhältnis: 1:1 variabel im Menü CONNECTION SETUP.

5.1.3 Strommessung (Stromklasse)

Erfüllt: Klasse S (Abschnitt A.6.3)

Alle Strommessungen stellen Effektivwerte von 1024 Abtastwerten der Stromklasse über ein Zeitintervall von 10 Perioden dar. Je 10 Perioden sind angrenzende, nicht überlappende Intervalle.
Die Stromwerte werden nach folgender Gleichung gemessen:

Phasenstrom: $I_p = \sqrt{\frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} I_{pj}^2}$ [A], *p: 1,2,3,N* (5)

Crestfaktor Phasenstrom: $Ip_{cr} = \frac{Ip_{\max}}{Ip}$, *p: 1,2,3,N* (6)

Das Instrument verfügt über zwei interne Spannungsbereiche: 10% und 100% des nominellen Spannungswandlerstroms. Darüber hinaus bieten die intelligenten Stromzangenmodelle "Smart Clamps" weitere Messbereiche mit automatischer Messbereichserkennung.

5.1.4 Frequenzmessung

Erfüllt IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.1)

Während der Aufzeichnung mit RECORDING und der Aggregationszeit Intervall: ≥10 s Frequenz-Ablesewert alle 10 s. Da die Leistungsfrequenz innerhalb des Zeituhr-Intervalls von 10 s nicht genau 50 Hz betragen darf, kann es sein, dass die Anzahl der Zyklen keine ganze Zahl ist. Der Grundfrequenzausgang ist der Quotient aus der Anzahl der während des 10-Sekunden-Zeitintervalls gezählten Ganzzahlenperioden durch die kumulative Dauer der Ganzzahlenperioden. Harmonische und Interharmonische werden zur Minimierung der Effekte mehrfacher Nulldurchgänge mittels eines 2-poligen Tiefpassfilters gedämpft.
Die Zeitmessintervalle sind nicht überlappend. Individuelle, die 10-Sekunden-Abtastzeit überlappende Perioden werden verworfen. Alle 10 s beginnen mit einem absoluten 10 s Zeittakt mit der in 6.2.17 angegebenen Unsicherheit.

Für eine Aufzeichnung mit Aggregationszeit gilt Intervall: <10 s und Online-Messungen, Frequenz-Ablesewerte werden aus 10 Zyklen gewonnen um die Reaktionszeit des Instruments zu minimieren. Die Frequenz ist der Quotient aus 10 Perioden durch die Dauer der Ganzzahlenperioden.

Die Frequenzmessung wird für den im Menü CONNECTION SETUP (Anschlusseinrichtung) eingestellten Synchronization channel (Synchronisierungskanal) *durchgeführt*.

5.1.5 Phasenleistungsmessungen

Erfüllt: *IEEE STD 1459-2000 (Abschnitt 3.2.2.1; 3.2.2.2)*
IEC 61557-12 (Anhang A)

Alle Wirkleistungsmessungen stellen Effektivwerte von 1024 Abtastwerten der Momentanleistung über ein Zeitintervall von 10 Perioden dar. Je 10 Perioden sind angrenzende, nicht überlappende Intervalle.

Phasenwirkleistung:

$$P_p = \frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} p_{p\,j} = \frac{1}{1024}\sum_{j=1}^{1024} U_{p\,j} * I_{p\,j} \quad \text{[W]},\ p\text{: 1,2,3} \qquad (7)$$

Scheinleistung und Blindleistung, Leistungsfaktor sowie Leistungsfaktorverschiebung (cos φ) werden entsprechend den folgenden Gleichungen berechnet:

Phasen-Scheinleistung: $S_p = U_p * I_p$ [VA], *p: 1,2,3* (8)

Phasen-Blindleistung: $Q_p = Sign(Q_p) \cdot \sqrt{S_p^2 - P_p^2}$ [VAr], *p: 1,2,3* (9)

Zeichen von Blindleistung: $Sign(Q_p) = \begin{cases} +1, \varphi_p \in \left[0^0 - 180^0\right] \\ -1, \varphi_p \in \left[0^0 - 180^0\right] \end{cases}$ *p: 1,2,3* (10)

Phasen-Leistungsfaktor: $PF_p = \frac{P_p}{S_p}$, *p: 1,2,3* (11)

Cos φ (DPF): $Cos\varphi_p = Cos\varphi u_p - Cos\varphi i_p$, *p: 1,2,3* (12)

5.1.6 Gesamtleistungsmessungen

Erfüllt: *IEEE STD 1459-2000 (Abschnitt 3.2.2.2; 3.2.2.6)*
IEC 61557-12 (Anhang A)

Die Gesamtwirk- und Gesamtblindleistung sowie der Gesamtleistungsfaktor werden anhand der folgenden Gleichung berechnet:

Wirkleistung gesamt: $Pt = P1 + P2 + P3$ [W], (13)

Blindleistung gesamt (Vektor): $Qt = Q1 + Q2 + Q3$ [VAr], (14)

Scheinleistung gesamt (Vektor): $St = \sqrt{\left(Pt^2 + Qt^2\right)}$ [VAr], (15)

Gesamtleistungsfaktor (Vektor): $PFtot = \frac{Pt}{St}$ (16)

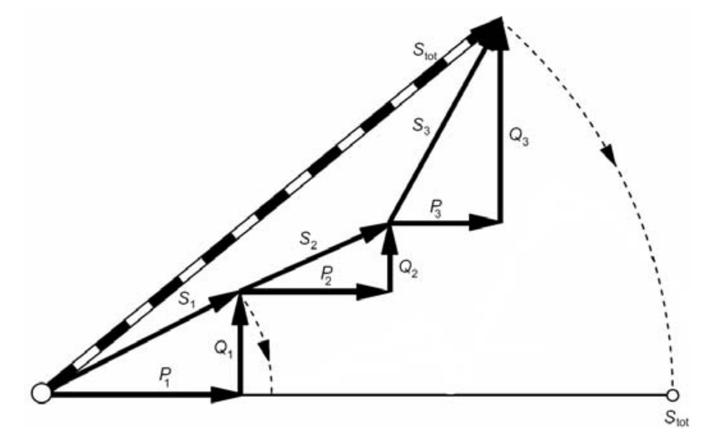


Abbildung 5.2: Vektordarstellung der Gesamtleistungsberechnung

5.1.7 Energie

Erfüllt: *IEC 61557-12 (Anhang A)*

Energiezähler sind mit der RECORDER-Funktionalität verknüpft. Energiezähler messen Energie nur, wenn der RECORDER aktiviert ist. Nach dem Ein- / Ausschaltvorgang und vor dem Start der Aufzeichnung werden alle Zähler gelöscht.
Das Instrument nutzt das 4-Quadrant-Messverfahren, das zwei Wirkenergiezähler (eP^+, eP^-) und zwei Blindenergiezähler (eQ^+, eQ^-), wie im Folgenden gezeigt.

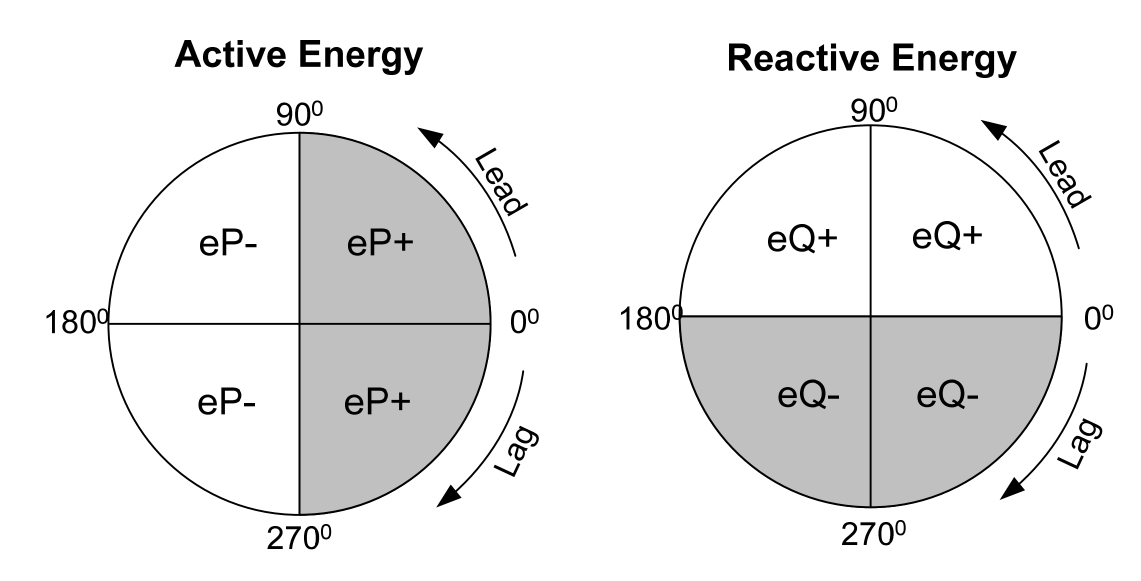


Abbildung 5.3: Energiezähler und Abhängigkeit der Quadranten

Das Instrument kennt 3 verschiedene Zählereinstellungen:

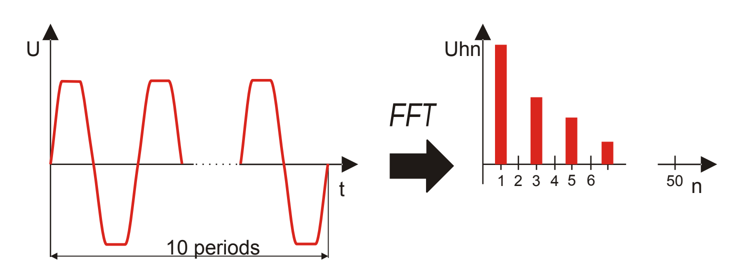
1. Summenzähler **TotEN** messen die Energie für die gesamte Aufzeichnung. Beim Start der Aufzeichnung wird die gemessene Energie auf die bestehenden Zähler aufaddiert.

2. Der Teilperiodenzähler **LastIP** misst die Energie während der Aufzeichnung über das letzte Intervall. Sie wird am Ende jedes Intervalls berechnet.
3. Der Zähler für die aktuelle Periode **CUR.IP** misst die Energie während der Aufzeichnung über das aktuelle Zeitintervall.

5.1.8 Harmonische und Interharmonische

Erfüllt: *IEC 61000-4-30 Klasse A und S (Abschnitt 5.7)*
IEC 61000-4-7 Klasse I

Eine Berechnungsmethode mit der Bezeichnung schnelle Fourier-Transformation (FFT, Fast Fourier Transformation) wird zur Umformung der AD-gewandelten Eingangssignale in sinusförmige Komponenten genutzt. Die folgende Gleichung beschreibt die Beziehung zwischen Eingangssignal und der Frequenzdarstellung des Eingangssignals.



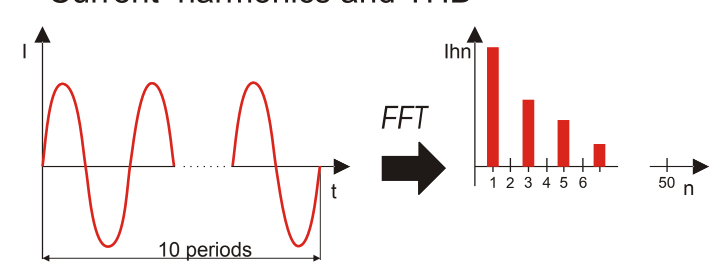


Abbildung 5.4: Strom- und Spannungsoberwellen

$$u(t) = c_0 + \sum_{k=1}^{512} c_k \sin\left(\frac{k}{10} \cdot 2\pi \; f_1 t + \varphi_k\right) \tag{17}$$

f_1 – Frequenz der Signalbasis (Beispiel: 50 Hz)

c_0 – Gleichstromkomponente

k – Ordinalzahl (Ordnung der Spektrallinie) relativ zur Frequenzbasis $f_{C1} = \frac{1}{T_N}$

T_N – ist die Breite (oder Dauer) des Zeitfensters (T_N = N*T_1; T_1 =1/f_1). Als Zeitfenster bezeichnet man die Zeitspanne einer Zeitfunktion, über die die Fourier-Transformation durchgeführt wird.

c_k – ist die Amplitude der Komponente mit der Frequenz $f_{Ck} = \frac{k}{10} f_1$

φ_k – ist Phase der Komponente c_k

$U_{c,k}$ – ist der Effektivwert der Komponente c_k

Phasenspannungs- und -strom-Oberwellen werden als RMS-Wert der Oberwellen-Untergruppe *(sg)* berechnet: Quadratwurzel als Summe der Quadrate des RMS-Werts einer harmonischen Oberwelle und zweier unmittelbarer Spektralkomponenten.

Spannungsoberwelle n. Ordnung: $U_p h_n = \sqrt{\sum_{k=-1}^{1} U_{C,(10 \cdot n)+k}^2}$ *p: 1,2,3* (18)

Stromoberwelle n. Ordnung: $I_p h_n = \sqrt{\sum_{k=-1}^{1} I_{C,(10 \cdot n+k)}^2}$ *p: 1,2,3* (19)

Der Gesamtklirrfaktor wird als Quotient aus dem Effektivwert der Oberwellenuntergruppen und dem Effektivwert der zur Basisfrequenz gehörigen Untergruppe berechnet:

Gesamtspannungsklirrfaktor: $THD_{Up} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{U_p h_n}{U_p h_1} \right)^2}$ *, p: 1,2,3* (20)

Gesamtstromklirrfaktor: $THD_{Ip} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_p h_n}{I_p h_1} \right)^2}$ *, p: 1,2,3* (21)

Spektralkomponenten zwischen zwei Untergruppen von harmonischen Oberwellen werden zur Bewertung von Interharmonischen herangezogen. Spannungs- und Strom-Untergruppen von Interharmonischen der n. Ordnung werden mithilfe des RSS-Prinzips (Wurzel aus Summe der Quadrate):

Interharmonische Spannungsoberwelle n. Ordnung:

$U_p ih_n = \sqrt{\sum_{k=2}^{8} U_{C,(10 \cdot n)+k}^2}$ *p: 1,2,3* (22)

Interharmonische Stromoberwelle n. Ordnung:

$I_p ih_n = \sqrt{\sum_{k=2}^{8} I_{C,(10 \cdot n+k)}^2}$ *p: 1,2,3* (23)

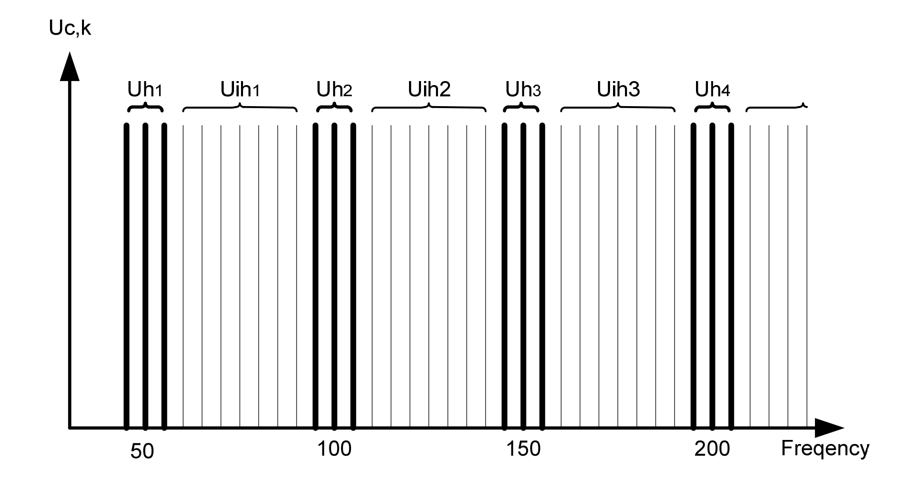


Abbildung 5.5: Illustration von Oberwellen-Untergruppen für 50 Hz-Versorgung (Harmonische / Interharmonische)

5.1.9 Signalwerte

Erfüllt: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.10)
Die Signalspannung wird über ein FFT-Spektrum eines 10-Zyklus-Intervalls berechnet. Der Wert der Netzsignalspannung wird gemessen als:

- RMS-Wert einer Einzelfrequenzgruppe, wenn die Signalfrequenz gleich der Spektralgruppenfrequenz ist oder
- RSS-Wert vierer benachbarter Frequenzgruppen, wenn die Signalfrequenz des Gruppenfrequenzsystems abweicht (z.B. wird ein Rundsteuersignal mit einem Frequenzwert von 218,1 Hz in einem 50 Hz-Netzsystem basierend auf den RMS-Werten der 210-, 215-, 220- und 225-Hz-Gruppen berechnet).

Ein Netzsignalwert der in einem 10er-Zyklus-Intervall berechnet wird, findet in Alarm- und Aufzeichnungsabläufen Anwendung. Bei Aufzeichnungen gemäß EN50160 werden die Ergebnisse jedoch zusätzlich nach 3-s-Intervallen aggregiert. Diese Werte werden verwendet, wenn Sie gegen Grenzwerte aus Normen entgegengelaufen lassen werden.

5.1.10 Flickern

Erfüllt: *IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.3)*
IEC 61000-4-15 :

Flickern (Flimmern) nennt man die visuelle Wahrnehmung, die von einem flackernden Licht verursacht wird. Der Grad der Wahrnehmung hängt von der Frequenz und der Größenordnung der Lichtschwankung sowie vom Beobachter selbst ab.
Die Lichtflussänderung steht in Wechselbeziehung zu einer Spannungshüllkurve wie die folgende Abbildung zeigt.

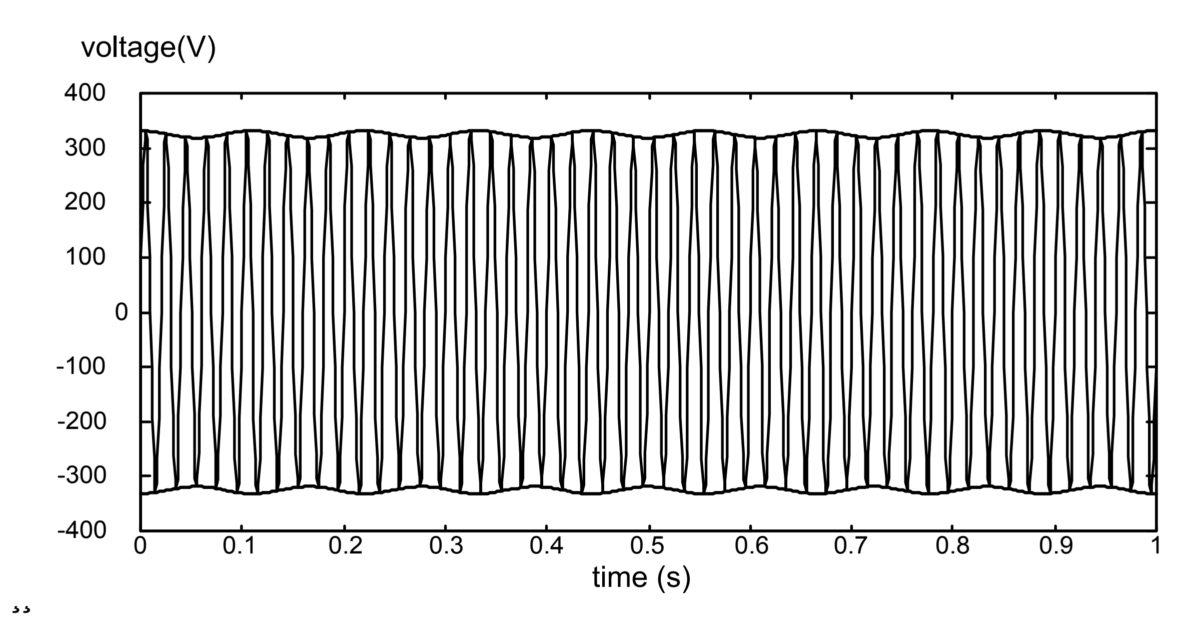


Abbildung 5.6: Spannungsfluktuation

Flickern wird in Übereinstimmung mit der Norm IEC 61000-4-15 "Prüf- und Messverfahren - Flickermeter - Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikation" gemessen. Sie legt die Transformationsfunktion auf Basis einer 230V/60W-Lampem-Augen-Gehirn Kettenreaktion fest. Diese Funktion ist die Basis für die Flickermess-geräteimplementation und wird in der folgenden Abbildung gezeigt.

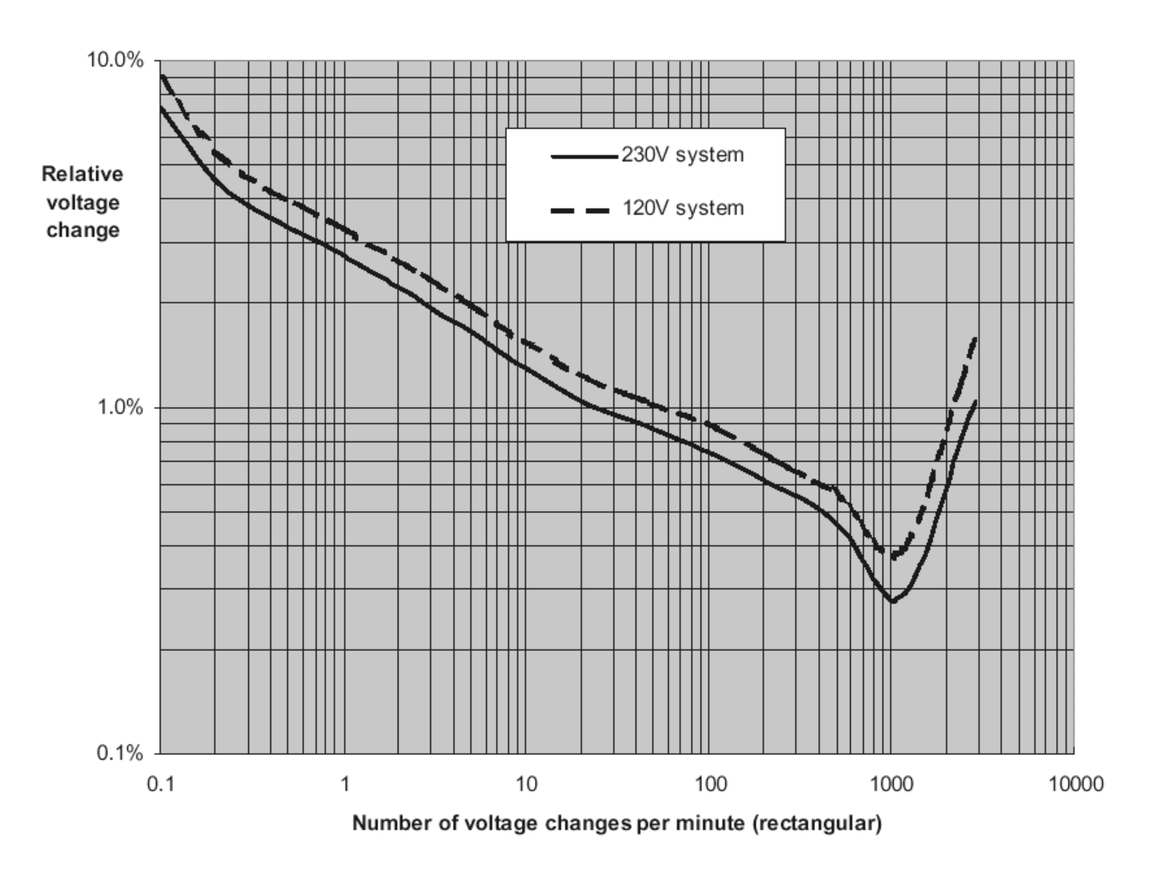


Abbildung 5.7: Kurve äquivalenter Schwere (Pst=1) für Rechteckspannungsänderungen bei Niederspannungsstromnetzen

$P_{stp1min}$ – ist eine kurzfristige Flickerabschätzung auf Basis eines 1-minütigen Intervalls. Sie wird als fortlaufender Mittelwert berechnet und wird verwendet, um eine schnelle Einschätzung für den 10-minütigen Wert zu erhalten.

P_{stp} – kurzfristiges Flickern wird entsprechend IEC 61000-4-15 wie folgt berechnet

P_{ltp} – langfristiges Flickern wird entsprechend der folgenden Formel berechnet:

$$P_{ltp} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^{N} Pst_i^3}{N}} \quad p: 1,2,3 \qquad (24)$$

5.1.11 Spannungs- und Strom-Asymmetrie

Erfüllt: IEC 61000-4-30 Klasse A (Abschnitt 5.7.1)

Die Asymmetrie der Versorgungsspannung wird anhand des Verfahrens der symmetrischen Komponenten beurteilt. Zusätzlich zur positiven Sequenzkomponente U^+, existiert unter asymmetrischen Bedingungen auch eine negative Sequenzkomponente U^- sowie eine Nullsequenzkomponente U_0. Diese Größen werden nach den folgenden Formeln berechnet:

$$\vec{U}^+ = \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + a\vec{U}_2 + a^2\vec{U}_3)$$

$$\vec{U}_0 = \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + \vec{U}_2 + \vec{U}_3), \qquad (25)$$

$$\vec{U}^- = \frac{1}{3}(\vec{U}_1 + a^2\vec{U}_2 + a\vec{U}_3),$$

wobei $a = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} j\sqrt{3} = 1e^{j120^0}$.

Bei der Berechnung der Asymmetrie verwendet das Instrument die Grundkomponente des Spannungseingangssignals (U_1, U_2, U_3), gemessen über ein Zeitintervall von 10 Perioden.

Das in Prozent ausgedrückte Negativsequenzverhältnis u^- berechnet sich aus:

$$u^-(\%) = \frac{U^-}{U^+} \times 100 \qquad (26)$$

Das in Prozent ausgedrückte Nullsequenzverhältnis u^0 berechnet sich aus:

$$u^0(\%) = \frac{U^0}{U^+} \times 100 \qquad (27)$$

Hinweis: In 3W-Systeme sind die Nullsequenzkomponenten U_0 und I_0 per definitionem Null.

Die Einspeisestromasymmetrie berechnet sich auf die gleiche Weise.

5.1.12 Spannungsereignisse

Messverfahren für Spannungsabfälle (U_{Dip}), -anstiege (U_{Swell}), Minimal- ($U_{Rms(1/2)Min}$) und Maximalwerte ($U_{Rms(1/2)Max}$)

Erfüllt: IEC 61000-4-30 Klasse A und S (Abschnitt 5.4.1)

Grundlage der Messung von Spannungsereignissen ist $U_{Rms(1/2)}$.

$U_{Rms(1/2)}$ ist der Wert der über 1 Periode gemessenen Effektivspannung, beginnend mit dem Nulldurchgang der Basis und aktualisiert mit jeder Halbperiode.

Die Periodendauer für $U_{Rms(1/2)}$ ist von Frequenz abhängig, die sich aus der Frequenzmessung über 10 Perioden ergibt. Im Wert $U_{Rms(1/2)}$ sind definitionsgemäß Harmonische, Interharmonische, Netzsignalspannungen, etc. enthalten.

Spannungsabfall

Erfüllt: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.4.2)

Der Schwellenwert für den Spannungsabfall wird als Prozentwert der Nennspannung im Menü EVENT SETUP (EREIGNIS EINRICHTEN) definiert. Der Schwellenwert des Spannungsabfalls wird vom Benutzer zweckabhängig festgelegt. Die Ereignisbewertung des Instruments hängt von Anschlusstyp ab:

- Bei Einphasensystemen beginnt ein Spannungsabfall, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ den Schwellenwert für den Spannungsabfall unterschreitet, und er endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ größer gleich dem Schwellenwert für den Spannungsabfall plus 2% der Hysteresespannung ist (s. Abbildung 5.8)
- Bei Dreiphasensystemen gibt es zwei verschiedene Bewertungsverfahren, die gleichzeitig zur Beurteilung verwendet werden:
  - Ein Spannungsabfall beginnt, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ von mindestens einem Kanal den Schwellenwert für den Spannungsabfall unterschreitet, und er endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ aller gemessenen Kanäle größer gleich dem Schwellenwert für den Spannungsabfall plus 2% der Hysteresespannung ist.
  - Ein Spannungsabfall beginnt, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ eines Kanals den Schwellenwert für den Spannungsabfall unterschreitet, und er endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ größer gleich dem Schwellenwert für den Spannungsabfall plus 2% der Hysteresespannung an der selben Phase ist.

Ein Spannungsabfall weist 2 charakteristische Eigenschaften auf: Remanenzspannung U_{Dip} und Dauer des Spannungsabfalls:

- U_{Dip} ist die Remanenzspannung, die niedrigste auf einem beliebigen Kanal während des Spannungsabfalls gemessene Spannung $U_{Rms(1/2)}$.
- Der Beginn des Spannungsabfalls ist die Zeit, die dem Zeitstempel des Beginns der Spannung $U_{Rms(1/2)}$ des Kanals, der das Ereignis auslöste, entspricht und das Ende des Spannungsabfalls ist die Zeit, die dem Zeitpunkt des Endes der Spannung $U_{Rms(1/2)}$, die das Ereignis beendet, entspricht, entsprechend der Definition des Schwellenwerts für den Spannungsabfall.
- Die Dauer eines Spannungsabfalls entspricht der Zeit zwischen Beginn und Ende des Spannungsabfalls.

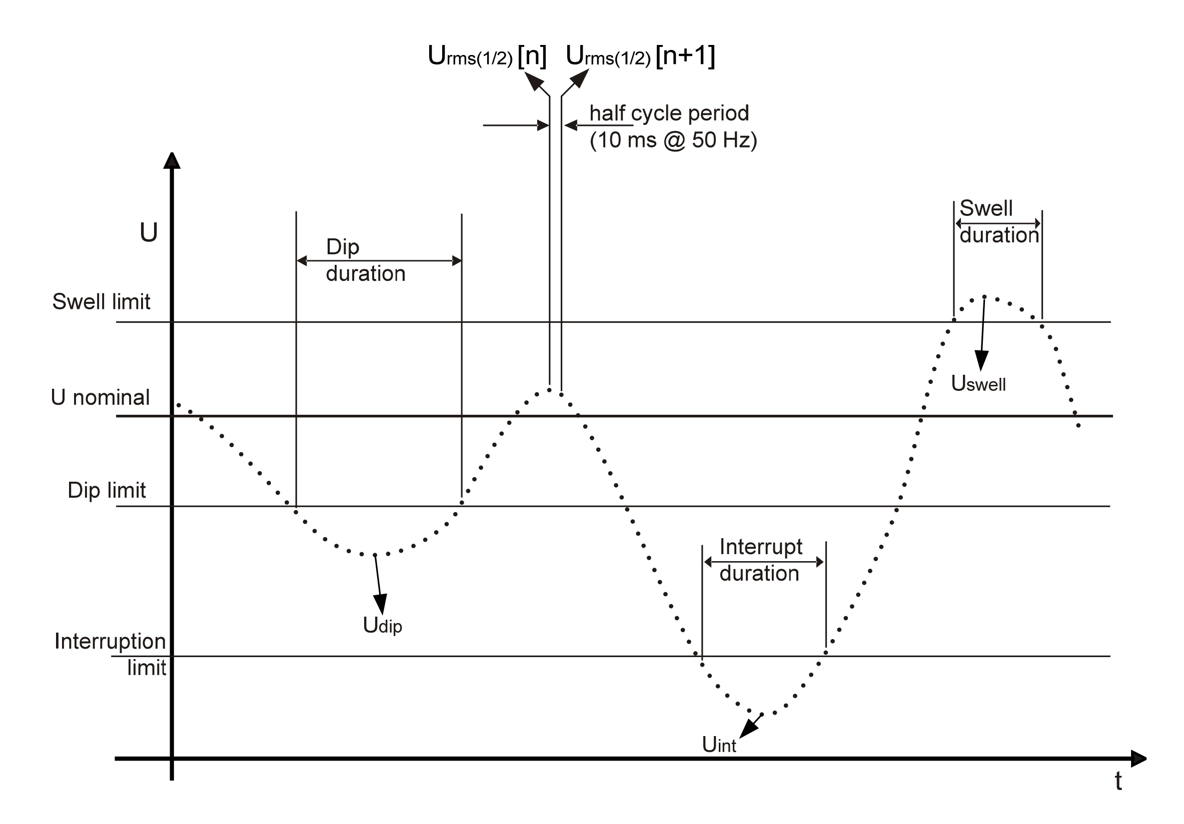


Abbildung 5.8 Definition Spannungsereignisse

Spannungsanstieg

Erfüllt: IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 5.4.3)

Der Schwellenwert für den Spannungsanstieg wird als Prozentwert der Nennspannung im Menü Voltage Events (Spannungsereignisse) definiert. Der Schwellenwert des Spannungsanstiegs wird vom Benutzer zweckabhängig festgelegt. Das Instrument ermöglicht die Beurteilung von Spannungsanstiegen wie folgt:

- Bei Einphasensystemen beginnt ein Spannungsanstieg, sobald die Spannung $U_{Rms()}$ den Schwellenwert für den Spannungsanstieg überschreitet, und er endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ kleiner gleich dem Schwellenwert für den Spannungsanstieg plus 2% der Hysteresespannung ist (s. Abbildung 5.8)
- Bei Dreiphasensystemen gibt es zwei verschiedene Bewertungsverfahren, die gleichzeitig zur Beurteilung verwendet werden:
  - Ein Spannungsanstieg beginnt, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ von mindestens einem Kanal den Schwellenwert für den Spannungsanstieg

überschreitet, und er endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ aller gemessenen Kanäle kleiner gleich dem Schwellenwert für den Spannungsanstieg plus 2% der Hysteresespannung ist.
  - Ein Spannungsanstieg beginnt, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ eines Kanals den Schwellenwert für den Spannungsanstieg überschreitet, und er endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ kleiner gleich dem Schwellenwert für den Spannungsanstieg plus 2% der Hysteresespannung an der selben Phase ist.

Ein Spannungsanstieg weist 2 charakteristische Eigenschaften auf: Maximalwert des Spannungsanstiegs und dessen Dauer:

- U_{Swell} – Maximalwert des Spannungsanstiegs entspricht dem größten auf einem beliebigem Kanal gemessenen Spannungswert $U_{Rms(1/2)}$.
- Der Beginn des Spannungsanstiegs ist die Zeit, die dem Zeitstempel des Beginns der Spannung $U_{Rms(1/2)}$ des Kanals, der das Ereignis auslöste, entspricht und das Ende des Spannungsanstiegs ist die Zeit, die dem Zeitpunkt des Endes der Spannung $U_{Rms(1/2)}$, die das Ereignis beendet, entspricht, entsprechend der Definition des Schwellenwerts für den Spannungsanstieg.
- Die Dauer eines Spannungsanstiegs entspricht der Zeit zwischen Beginn und Ende des Spannungsanstiegs.

Spannungsunterbrechung

Erfüllt: IEC 61000-4-30 Klasse A und S (Abschnitt 5.5)

Das Messverfahren für Spannungsunterbrechungen ist das gleiche wie das für Spannungsanstiege bzw. Spannungsabfälle verwendete und in den vorstehenden Abschnitten verwendete Messverfahren.
Der Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung wird als Prozentwert der Nennspannung im Menü Voltage Events (Spannungsereignisse) definiert. Der Schwellenwert die Spannungsunterbrechung wird vom Benutzer zweckabhängig festgelegt. Das Instrument ermöglicht die Beurteilung von Spannungsunterbrechungen wie folgt:

- Bei Einphasensystemen beginnt eine Spannungsunterbrechung, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ den Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung unterschreitet, und sie endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ größer gleich dem Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung plus Hysterese ist (s. Abbildung 5.8).
- Bei Mehrphasensystemen gibt es zwei verschiedene Bewertungsverfahren, die gleichzeitig zur Beurteilung verwendet werden:
  - Eine Spannungsunterbrechung beginnt, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$) eines Kanals den Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung unterschreitet, und sie endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ an mindestens einem der Kanäle größer gleich dem Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung plus Hysterese ist.
  - Eine Spannungsunterbrechung beginnt, sobald die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ eines Kanals den Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung unterschreitet, und sie endet, wenn die Spannung $U_{Rms(1/2)}$ größer gleich dem Schwellenwert für die Spannungsunterbrechung plus 2% der Hysteresespannung an der selben Phase ist.

Eine Spannungsunterbrechung weist 2 charakteristische Eigenschaften auf: Minimalspannungswert der Spannungsunterbrechung und dessen Dauer:

- U_{Int} – Maximalwert der Spannungsunterbrechung entspricht dem niedrigsten auf einem beliebigen Kanal während der Unterbrechung gemessenen Spannungswert $U_{Rms(1/2)}$.
- Der Beginn der Spannungsunterbrechung ist die Zeit, die dem Zeitstempel des Beginns der Spannung $U_{Rms(1/2)}$ des Kanals, der das Ereignis auslöste, entspricht und das Ende der Spannungsunterbrechung ist die Zeit, die dem Zeitpunkt des Endes der Spannung $U_{Rms(1/2)}$, die das Ereignis beendet, entspricht, entsprechend der Definition des Schwellenwerts.
- Die Dauer eines Spannungsabfalls entspricht der Zeit zwischen Beginn und Ende des Spannungsabfalls.

5.1.13 Alarme

Allgemein kann man Alarme als Ereignisse auf eine willkürliche Messgröße ansehen. Alarme werden in der Alarmtabelle definiert (Alarmtabelle einrichten, s. 3.16.3). Das grundlegende Messzeitintervall für: Spannung, Strom, Wirk-, Blind- und Scheinleistung, Oberwellen und Asymmetriealarme ist ein 10er-Zyklus-Zeitintervall. Flickeralarme werden entsprechend dem Flickeralgorithmus (Pst_{1min}>1 min, Pst > 10 min, Plt > 10 min) bewertet.

Jeder Alarm hat die in der folgenden Tabelle beschriebenen Attribute. Ein Alarm tritt auf, wenn ein über 10 Perioden gemessener Wert für die unter **Phase,** definierte Phase den unter **Trigger Slope** (Auslösesteigung) definierten **Schwellenwert** mindestens für den unter **Minimal Duration** (Minimaldauer) festgelegte Zeitwert durchläuft.

Tabelle 5.1: Alarmdefinitionsparameter

Größe	• Spannung • Strom • Frequenz • Wirk-, Blind- und Scheinleistung • Harmonische und Interharmonische • Asymmetrie • Flickers • Netzsignale
Phase	L1, L2, L3, L12, L23, L31, All, Tot
Trigger Slope (Auslöseflanke)	< - fallend, > - steigend
Threshold value (Schwellenwert)	[Zahl]
Minimal duration (Mindestdauer)	200 ms ÷ 10 min

Jeder erfasste Alarm wird durch die folgenden Parameter beschrieben:

Tabelle 5.2: Alarmsignaturen

Date (Datum)	Datum, an dem der ausgewählte Alarm eingetreten ist
Start	Startzeit des Alarms - erstes Durchlaufen des Schwellenwerts
Phase	Phase, an der der Alarm aufgetreten ist
Level	Minimal bzw. Maximalwert im Alarm
Duration (Dauer)	Alarmdauer

5.1.14 Datenaggregation bei der ALLGEMEINEN AUFZEICHNUNG

Erfüllt IEC 61000-4-30 Klasse S (Abschnitt 4.5.3)

Zeitaggregationsperiode (IP) während der Aufzeichnung wird durch den Parameter Intervall: x min im RECORDER-Menü definiert.

Ein neues Aufzeichnungsintervall (IP-Zeitintervall) beginnt erst nach Ablauf des vorherigen Intervalls mit Beginn des nächsten Zeitintervalls von 10 Perioden. Die Daten für das IP-Zeitintervall IP werden aus Zeitintervallen von 10-Perioden gesammelt, wie in der folgenden Abbildung dargestellt. Das gesammelte Intervall wird mit dem Absolutzeitwert gestempelt. Der Zeitstempel ist die Zeit bei Abschluss des Intervalls. Es gibt weder Lücken noch Überlappung während der Aufzeichnung, wie die folgende Abbildung zeigt.

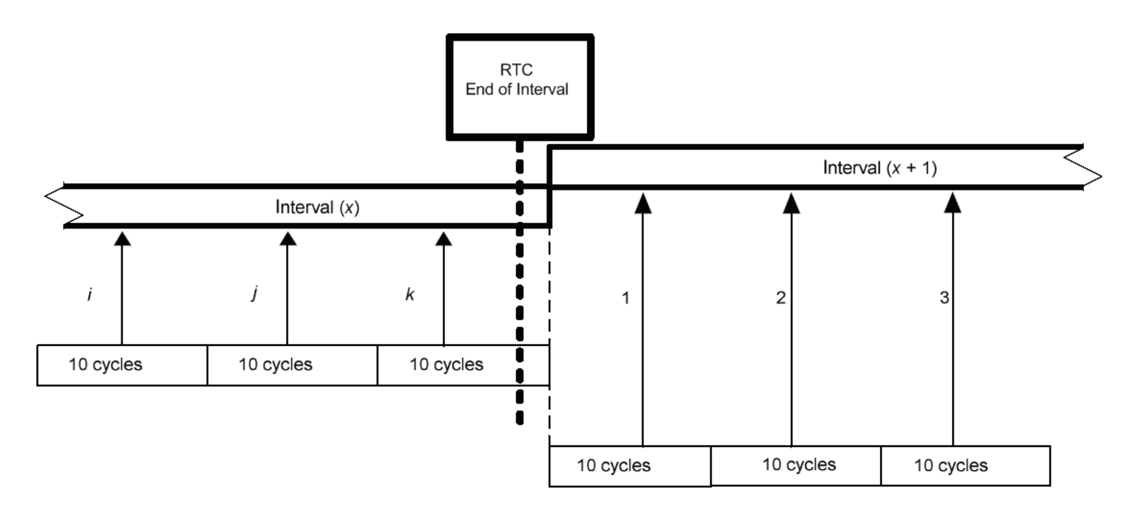


Abbildung 5.9: Synchronisierung und Aggregation von Intervallen mit 10 Zyklen

Für jedes Aggregationsintervall berechnet das Instrument den Mittelwert der Messgröße. Messgrößenabhängig kann dies das quadratische oder das arithmetische Mittel sein. Beide Gleichungen sind im Folgenden abgebildet.

Quadratisches Mittel

$$A_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} A_j^2} \qquad (28)$$

wobei:
A_{RMS} – Mittelwert der Messgröße über das gegebene Aggregations-intervall
A – Messgröße für 10 Perioden
N – Anzahl der 10-Perioden-Messzyklen pro Aggregationsintervall.

Arithmetisches Mittel:

$$A_{avg} = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} A_j \qquad (29)$$

wobei:
A_{avg} – Mittelwert der Messgröße über das gegebene Aggregations-intervall
A – Messgröße für 10 Perioden
N – Anzahl der 10-Perioden-Messzyklen pro Aggregationsintervall.

In der nächsten Tabelle wird das Mittelwertberechnungsverfahren für die jeweilige Messgröße aufgeführt:

Tabelle 5.3: Daten-Aggregationsmethoden

Gruppe	Wert	Aggregationsverfahren
Spannung	U_{Rms}	RMS
	THD_U	RMS
	U_{cf}	Arithm. Mittel
Strom	I_{Rms}	RMS
	THD_I	RMS
	I_{cf}	Arithm. Mittel
Frequenz	f	Arithm. Mittel
Leistung	P	Arithm. Mittel
	Q	Arithm. Mittel
	S	Arithm. Mittel
	PF	Arithm. Mittel
	DPF (cos φ)	Arithm. Mittel
Symmetrie	U^+	RMS
	U^-	RMS
	U^0	RMS
	u-	RMS
	u0	RMS
	I^+	RMS
	I^-	RMS
	I0	RMS
	i-	RMS
	i0	RMS
Oberwellen	$Uh_{1÷50}$	RMS
	$Ih_{1÷50}$	RMS
Interharmonische Oberwellen	$Uh_{1÷50}$	RMS
	$Ih_{1÷50}$	RMS
Netzsignale	U_{Sig}	RMS

Welche Parameter während der Aufzeichnung aufgezeichnet werden, ist vom Anschlusstyp und Synchronisierungskanal abhängig, wie in Tabelle 4.7 gezeigt. Für jeden Parameter werden folgende Werte aufgezeichnet:

- Minimalwert,
- Mittelwert,
- Maximalwert,
- aktiver Mittelwert,

die Werte werden je Zeitintervall aufgezeichnet.

Hinweis: Bei der Aufzeichnung gemäß EN 50160 werden nur Mittelwerte gespeichert. Für eine Aufzeichnung nach EN50160 mit Minimal- und Maximalwerten ist ein allgemeiner Aufzeichnungsmodus zu verwenden, welcher im Anschluss mithilfe der Software Powerview v2.0 in einen EN50160- Datensatz umgewandelt wird.

Ein *aktiver Mittelwert* wird nach dem gleichen Verfahren wie der Mittelwert (als arithmetisches oder quadratisches Mittel) berechnet, es werden aber nur jene Teile der Messung berücksichtigt, für die das Attribut "active" (aktiv) gesetzt ist:

Quadratisches aktives Mittel

$$A_{RMSact} = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{j=1}^{M} A_j^2} \; ; \; M \leq N \quad (30)$$

wobei:
A_{RMSact} – Mittelwert der Messgröße für den aktiven Teil eines gegebenen Aggregationsintervalls,
A – Messgrößenwert über 10 Perioden mit dem Attribut "active",
M – Anzahl der 10-Periodenzyklen mit aktivem Wert.

Arithmetisches aktives Mittel:

$$A_{avgact} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^{M} A_j \; ; \; M \leq N \quad (31)$$

wobei:
A_{avgact} – Mittelwert der Messgröße für den aktiven Teil eines gegebenen Aggregationsintervalls,
A – Messgrößenwert über 10 Perioden mit dem Attribut "active",
M – Anzahl der 10-Periodenzyklen mit aktivem Wert.

Das Aktivattribut wird für eine bestimmte Messgröße gesetzt, wenn:

- Der Phasen- / Leitungswert (RMS) größer ist als der untere Grenzwert eines Messbereichs (Details siehe technische Spezifikation): Effektivwert, Oberwellen und Gesamtklirrfaktor für Spannung und Strom, Spannungsflicker.
- Der Lasttyp des Zwei- oder Vierquadrantbereichs stimmt überein (Details in *Leistungs- und Energieaufzeichnung*): aktive, reaktive Leistung und Scheinleistung, Leistungsfaktor und Leistungsfaktorverschiebung.

Frequenz- und Asymmetriemessungen werden bei der Aufzeichnung stets als Aktivwerte berücksichtigt.

Die folgende Tabelle zeigt die Anzahl der Signale für jede Parametergruppe im RECORDER.

Tabelle 5.4: Gesamtzahl aufgezeichneter Größen

	1-L	**3-L**	**4-L**
U,I,f	13 Größen 52 Werte per Intervall	20 Größen 80 Werte per Intervall	35 Größen 140 Werte per Intervall
Leistung & Energie	16 Größen 64 Werte per Intervall	12 Größen 48 Werte per Intervall	60 Größen 240 Werte per Intervall
Flicker	3 Größen 12 Werte per Intervall	9 Größen 36 Werte per Intervall	9 Größen 36 Werte per Intervall
Symmetrie	–	2 Größen 8 Werte per Intervall	4 Größen 16 Werte per Intervall
Oberwellen	202 Größen 800	303 Größen 1212 Werte per Intervall	416 Größen 1628 Werte per Intervall
Interharmonische Oberwellen	202 Größen 800	303 Größen 1212 Werte per Intervall	416 Größen 1628 Werte per Intervall
Summe	235	347	524

Leistungs- und Energieaufzeichnung

Die Wirkleistung wird in zwei Teile geteilt: Import (positiv, Motor) und Export (negativ, Generator). Die Blindleistung und der Leistungsfaktor werden in vier Teile geteilt: positiv-induktiv (+i), positiv-kapazitiv (+c), negativ-induktiv (-i) und negativ-kapazitiv (-c). Die folgende folgenden Abbildung zeigt das Motor- / Generator- sowie Induktiv / Kapazitiv-Phasen- bzw. -Polaritätsdiagramm:

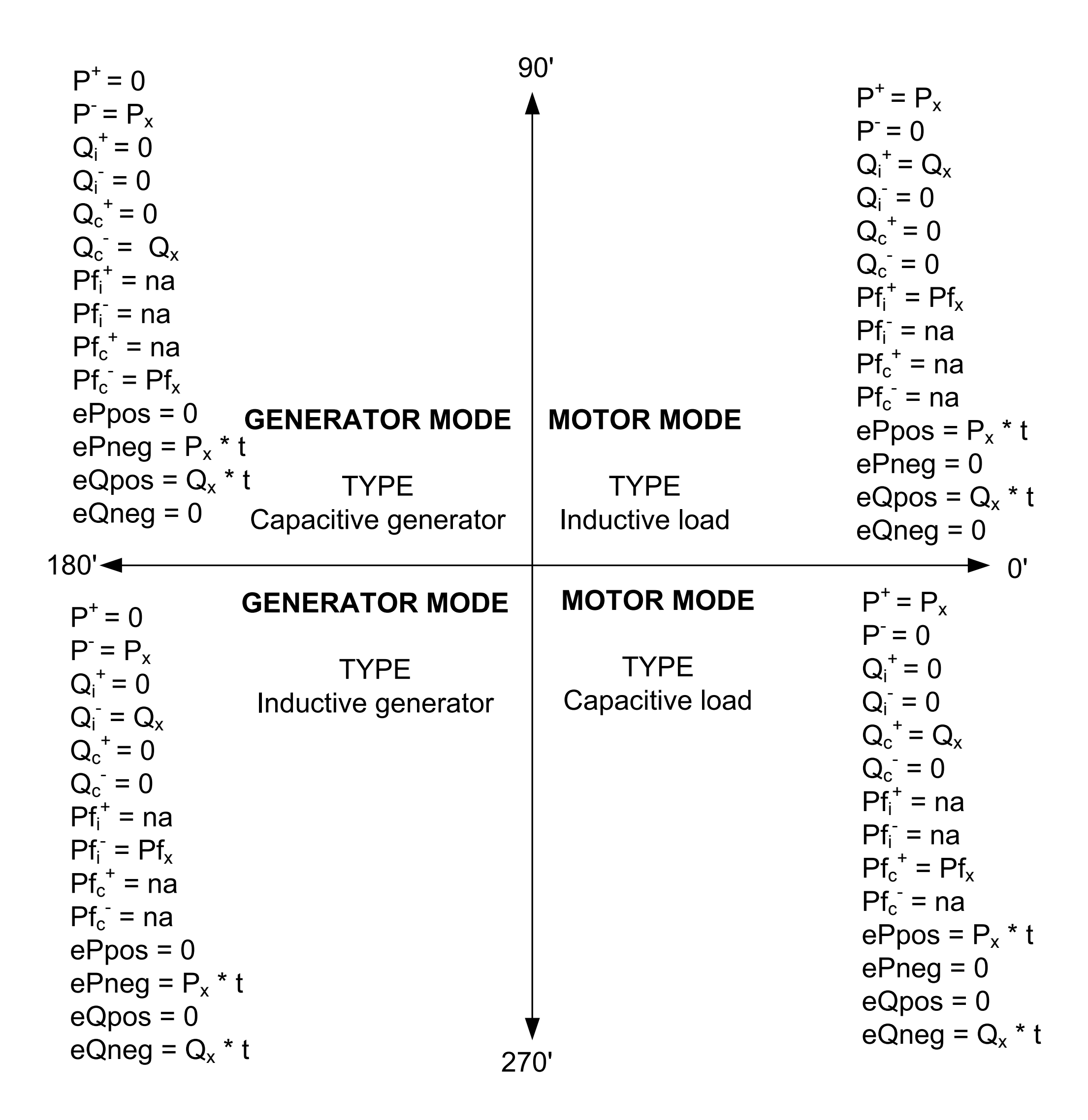


Abbildung 5.10: Phasen- / Polaritätsdiagramm für Motor- / Generator- und induktive / kapazitive Leistung

5.1.15 Momentanwert einer Wellenform

Während der Messungen können PowerQ4 / PowerQ4 Plus den Momentanwert einer Wellenform aufzeichnen. Das ist besonders nützlich, wenn zwischenzeitliche Eigenschaften oder ein momentanes Netzverhalten gespeichert werden soll. Die Momentanwertfunktion speichert alle Netzsignaturen und -abtastungen über 10 Zyklen. Durch Verwenden der MEMORY LIST-Funktion (siehe 3.10) oder mithilfe der PowerView v2.0-Software kann der Benutzer die gespeicherten Daten einsehen.

5.1.16 Wellenform-Datensatz

Ein Wellenform-Datensatz besteht aus einer einstellbaren Anzahl aufeinanderfolgender Momentanaufnahmen einer Wellenform. Der Wellenform-Recorder startet, wenn der voreingestellte Auslösewert auftritt. Der Speicherpuffer wird in Vorauslöser- und Nachauslöserpuffer unterteilt. Die Vorauslöser- und Nachauslöserpuffer weisen Momentanwerte von Wellenformen vor und nach Auftreten des Auslösewerts auf. Mehrere Auslösersignale sind möglich:

- Manueller Auslöser – Der Benutzer löst die Wellenform-Aufzeichnung manuell aus.
- Spannungsereignisse – Das Instrument startet den Wellenform-Recorder, wenn ein bestimmtes Spannungsereignis auftritt.
- Alarme – Das Instrument startet den Wellenform-Recorder, wenn ein Alarm der Alarmliste erfasst wird.
- Spannungsereignisse und Alarme – Das Instrument startet den Wellenform-Recorder, wenn entweder ein Spannungsereignis oder ein Alarm auftreten.

Der Benutzer kann einzelne oder fortlaufende Wellenform-Datensätze aufzeichnen. Bei fortlaufenden Wellenform-Aufzeichnungen initialisiert PowerQ4 / PowerQ4 Plus automatisch eine Wellenform-Aufzeichnung, sobald die vorige abgeschlossen ist. Das bedeutet, dass der nachfolgende Datensatz erst initialisiert wird, wenn der vorherige komplett aufgezeichnet und im Speicher des Instruments abgelegt wurde.
Hinweis: Das Speichern von Daten führt zu einer "Totzeit" zwischen den fortlaufenden Wellenform-Aufzeichnungen. Diese Totzeit ist abhängig von der Datensatzlänge und Anzahl der ausgewählten Datensatzsignale und dauert üblicherweise einige Sekunden.

5.1.17 Transienten-Recorder

Die Transienten-Recorder-Funktion ähnelt der des Wellenform-Recorders: Auf ein Auslösersignal hin werden auswählbare Abtastungen vor und nach dem Auslösersignal gespeichert, jedoch mit einer um Faktor 10 höheren Abtastrate.
Der Recorder verwendet das Hüllkurven-Auslöseverfahren. Das Auslösersignal tritt auf, wenn die Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Perioden mit Eingangs-spannungssignalen größer ist als der gegebene Grenzwert.
Der Transienten-Recorder speichert einen Zyklus des Netzsignals.

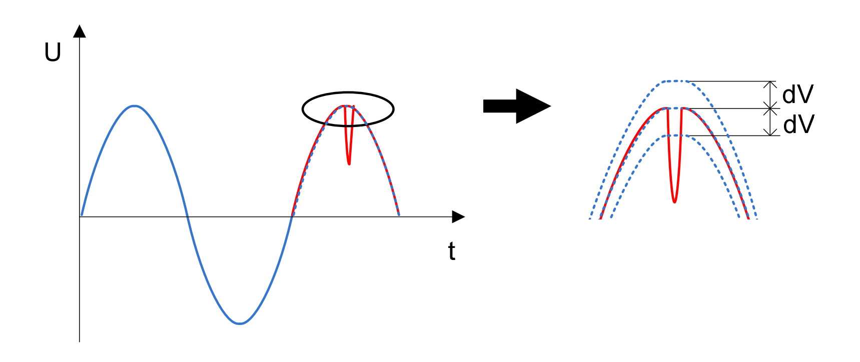


Abbildung 5.11: Erfassung des Auslösers für Transienten

Hinweis: Das Speichern von Daten führt zu einer "Totzeit" zwischen den aufeinanderfolgenden Transienten-Aufzeichnungen. Diese Totzeit ist abhängig von der Datensatzlänge und Anzahl der ausgewählten Datensatzsignale und dauert üblicherweise einige Sekunden.

5.1.18 Recorder für Einschaltspitze

Die Einschaltspitzen-Aufzeichnung dient der Analyse von Spannungs- und Stromschwankungen während des Anlaufens eines Motors oder anderer leistungsintensiver Verbraucher. Bei Stromwerten von $I_{½Rms}$ wird der Wert einer Halbzyklusperiode (RMS, aktualisiert nach halbem Zyklus) gemessen, bei Spannungen von $U_{Rms(1/2)}$ (ein Zyklus RMS-Spannung, zu jedem halben Zyklus aktualisiert) wird der Wert für jeden Intervall gemessen. Wenn der Benutzer ein 10ms-Intervall im Einschaltspitzen-Menü wählt, so werden die gemessenen Werte für Halbzyklen ebenfalls im Datensatz gespeichert. Wenn ein größeres Intervall wie 20 ms, 100 ms oder 200 ms gewählt wird, misst das Instrument im Durchschnitt 2, 10 oder 20 Mal und nutzt diese Werte für weitere Aktionen (Auslöser, Recorder). Der Einschaltspitzen-Recorder startet, wenn der voreingestellte Auslösewert auftritt.

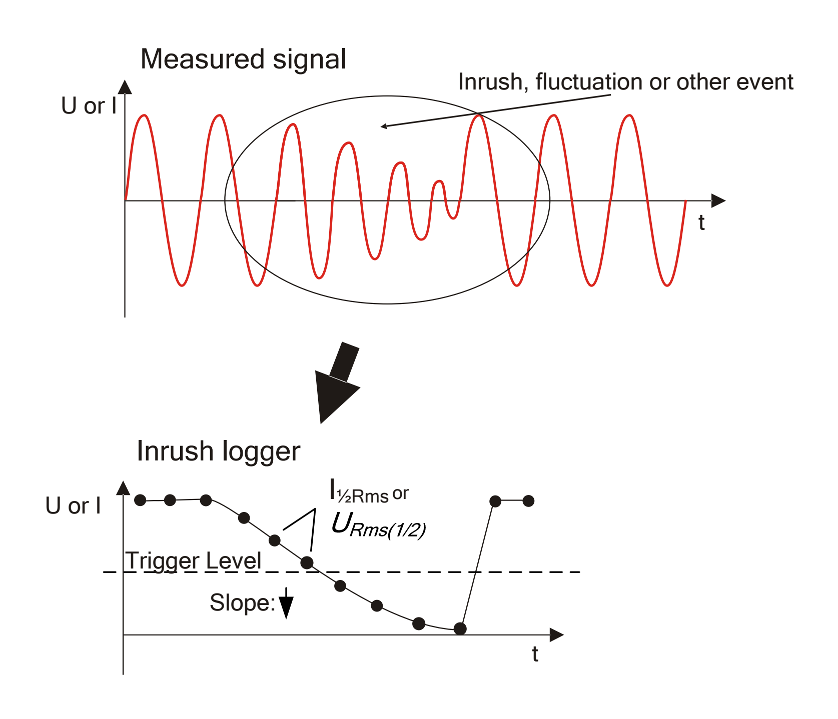
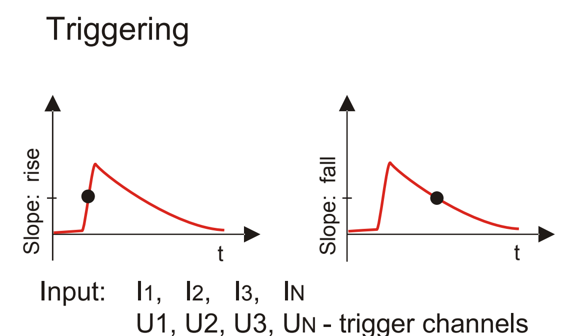


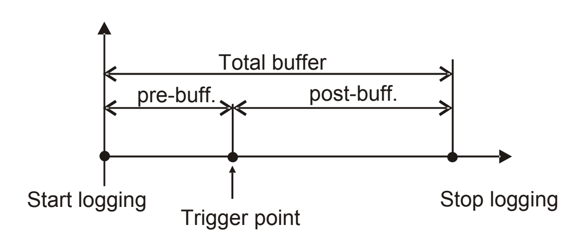
Abbildung 5.12: Einschaltspitze (Wellenform und RMS)

Der Speicher verfügt über einen Vor- (gemessene Werte vor dem Auslösepunkt) und Nachpuffer (gemessene Werte nach dem Auslösepunkt).



Level: predefined TRMS value
Slope: rise / fall / both

Pre-buffer and post-buffer



Pre-buffer: 0 to (Total buffer – 1)
Pre-buffer is treated as negative time

Abbildung 5.13: Einschaltspitzen-Auslösung

Der Benutzer kann zwischen einzelner und fortlaufender Einschaltspitzen-Protokollierung wählen. Bei fortlaufenden Einschaltspitzen-Aufzeichnungen initialisiert PowerQ4 / PowerQ4 Plus automatisch eine Einschaltspitzen-Protokollierung, sobald die vorige abgeschlossen ist. Zwei aufeinanderfolgende *Initial*-Protokollierungen von Einschaltspitzen können ohne "Totzeit" durchgeführt werden. Das bedeutet, dass der dritte Einschaltspitzen-Datensatz erst aufgezeichnet wird, wenn der vorherige komplett aufgezeichnet und im Speicher des Instruments abgelegt wurde. Diese Totzeit ist abhängig von der Datensatzlänge und Anzahl der ausgewählten Datensatzsignale und dauert üblicherweise einige Sekunden.

Hinweis: Die Intervalle und Auslöserschwellen sind voneinander abhängig. Falls der Benutzer ein Intervall von 10 ms wählt, löst das Instrument aus, sobald der Wert die Schwelle für einen halben Zyklus überschreitet. Falls der Benutzer ein Intervall von 200 ms wählt, müssen mindestens 20 aufeinanderfolgende Halbzyklus-Messungen den Auslösewert überschreiten, bis die Auslösung vorgenommen wird.

5.2 Überblick zur Norm EN 50160

Die Norm EN 50160 definiert, beschreibt und spezifiziert die Hauptmerkmale einer Spannung an den Versorgungsanschlüssen eines öffentlichen Nieder- und Mittelspannungsnetzes unter normalen Betriebsbedingungen. Diese Norm beschreibt die Grenzen oder Werte, innerhalb derer die Spannungseigenschaften im gesamten öffentlichen Netzwerk gleich bleiben. Sie beschreibt nicht die Durchschnittssituation

eines individuellen Netzwerkbenutzers. In der folgenden Tabelle wird ein Überblick über die Grenzen der Norm EN 50160 gegeben.

Tabelle 5.5: Überblick über EN 50160

Versorgungsspannungs-phänomen	Akzeptable Grenzwerte	Mess-Intervall	Über-wachungs-periode	Akzeptanzwert (Prozent)
Netzfrequenz	49,5 ÷ 50,5 Hz 47,0 ÷ 52,0 Hz	10 s	1 Woche	99,5 % 100 %
Schwankung der Versorgungsspannung, U_{Nom}	230 V ± 10 % 23 +10 % 0 V -15 %	10 Min.	1 Woche	95 % 100 %
Flickerstärke Plt	Plt ≤ 1	2 h	1 Woche	95 %
Spannungsabfälle (≤ 1 Min.)	10 bis 1000 Mal (unter 85 % von U_{Nom})	10 ms	1 Jahr	100 %
Unterbrechungen, kurz (≤ 3 Min.)	10 ÷ 100 Mal (unter 1 % von U_{Nom})	10 ms	1 Jahr	100 %
Zufällige, lange Unterbrechungen (> 3 Min.)	10 ÷ 50 Mal (unter 1 % von U_{Nom})	10 ms	1 Jahr	100 %
Spannungsasymmetrie u-	0 ÷ 2 %, gelegentlich 3 %	10 Min.	1 Woche	95 %
Gesamtklirrfaktor, THD_U	8 %	10 Min.	1 Woche	95 %
Oberwellenspannungen, Uh_n	S. Tabelle 5.6	10 Min.	1 Woche	95 %
Netzsignale	S. Abbildung 5.15	2 s	1 Tag	99 %

5.2.1 Netzfrequenz

Die Nominalfrequenz (Nennfrequenz) einer Versorgungsspannung muss 50 Hz betragen bei Systemen, die eine synchrone Verbindung mit einem vernetzten System haben. Unter normalen Betriebsbedingungen wird der Mittelwert der Grundfrequenz über 10 s gemessen und muss in folgendem Toleranzbereich liegen:
50 Hz ± 1 % (49,5 Hz .. 50,5 Hz) während 99,5 % des Jahres;
50 Hz + 4 % / - 6 % (d.h. 47 Hz .. 52 Hz) während 100 % der Betriebszeit.

5.2.2 Schwankungen der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen sollen für alle Perioden einer Woche 95 % des 10-minütigen Mittelwerts U_{Rms} der Versorgungsspannung im Bereich von U_{Nom} ± 10 % liegen, und alle Werte U_{Rms} der Versorgungsspannung müssen im Bereich von U_{Nom} + 10 % / - 15 % liegen.

5.2.3 Spannungsabfälle (indikativische Werte)

Unter normalen Betriebsbedingungen ist die zu erwartende Anzahl an Spannungsabfällen in einem Jahr zwischen mehreren Zehn und einem Tausend. Die Mehrzahl der Spannungsabfälle dauert wenige als 1 s und zeigt eine Restspannung von größer 40 %. Es kann in unregelmäßigen Abständen zu größeren Spannungs-abfällen kommen. In einigen Bereichen sind Spannungsabfälle mit einer Restspannung von 85 % bis 90 % von U_{Nom} infolge der Schaltlasten in den Anlagen der Benutzer sehr häufig.

5.2.4 Kurze Unterbrechung der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen beträgt die jährliche Häufigkeit an kurzen Unterbrechungen der Versorgungsspannung zwischen einigen zehn und einigen hundert. Die Dauer von rund 70 % der Kurzunterbrechungen beträgt weniger als eine Sekunde.

5.2.5 Lange Unterbrechung der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen beträgt die jährliche Häufigkeit von zufälligen längeren Unterbrechungen der Stromversorgung mit weniger als drei Minuten Ausfalllänge unter 10 und bis zu 50, je nach Region.

5.2.6 Asymmetrie der Versorgungsspannung

Unter normalen Betriebsbedingungen sollen 95 % des 10-minütigen Mittels des Effektivwerts der Negativ-Phasensequenzkomponente (Basiswert) der Versorgungsspannung im Bereich zwischen 0 % und 2 % der Positiv-Phasensequenzkomponente (Basiswert) liegen. In einigen Bereichen in denen besonders viele Ein- und Zweiphasenanlagen im Netz vorhanden sind, kann die Asymmetrie bis ca. 3 % an der Dreiphasenstromversorgung betragen.

5.2.7 THD-Spannung und Oberwellen

Über eine Woche sollen unter normalen Betriebsbedingungen 95 % des 10-minütigen Mittels des für jede individuelle Oberwellenspannung kleiner gleich dem in der folgenden Tabelle angegebenen Wert sein.
Darüber hinaus müssen die THD_U Werte der Versorgungsspannung (einschließlich aller Oberwellen bis zur 40. Ordnung) kleiner gleich 8 % sein.

Tabelle 5.6: Werte für Oberwellenspannungen der Versorgungsspannung

Ungerade Vielfache				**Gerade Vielfache**	
Vielfache von 3		**Vielfache von 3**			
h-te Ordnung	**Relativspannung (U_N)**	**h-te Ordnung**	**Relativspannung (U_N)**	**h-te Ordnung**	**Relativspannung (U_N)**
5	6,0 %	3	5,0 %	2	2,0 %
7	5,0 %	9	1,5 %	4	1,0 %
11	3,5 %	15	0,5 %	6..24	0,5 %
13	3,0 %	21	0,5 %		
17	2,0 %				
19	1,5 %				
23	1,5 %				
25	1,5 %				

5.2.8 Interharmonische Oberwellenspannung

Das Niveau an interharmonischen Oberwellenspannungen steigt aufgrund der Entwicklung der Frequenzwandler und ähnlichen Steuergeräten an. Dieses Niveau werden beobachtet und erfordern weitere Erfahrungswerte. In einigen Fällen verursachen interharmonische Oberwellenspannungen, auch bei geringerem Auftreten, Flicker (siehe 5.2.10) oder Interferenzen in den Rundsteueranlagen.

5.2.9 Netzsignale an der Versorgungsspannung

In einigen Ländern können zur Signalübertragung die öffentlichen Versorgungsnetze des öffentlichen Versorgers genutzt werden. Während 99 % der Tageszeit muss der Mittelwert von 3 s für Signalspannungen gleich oder kleiner sein als die Werte in der folgenden Abbildung.

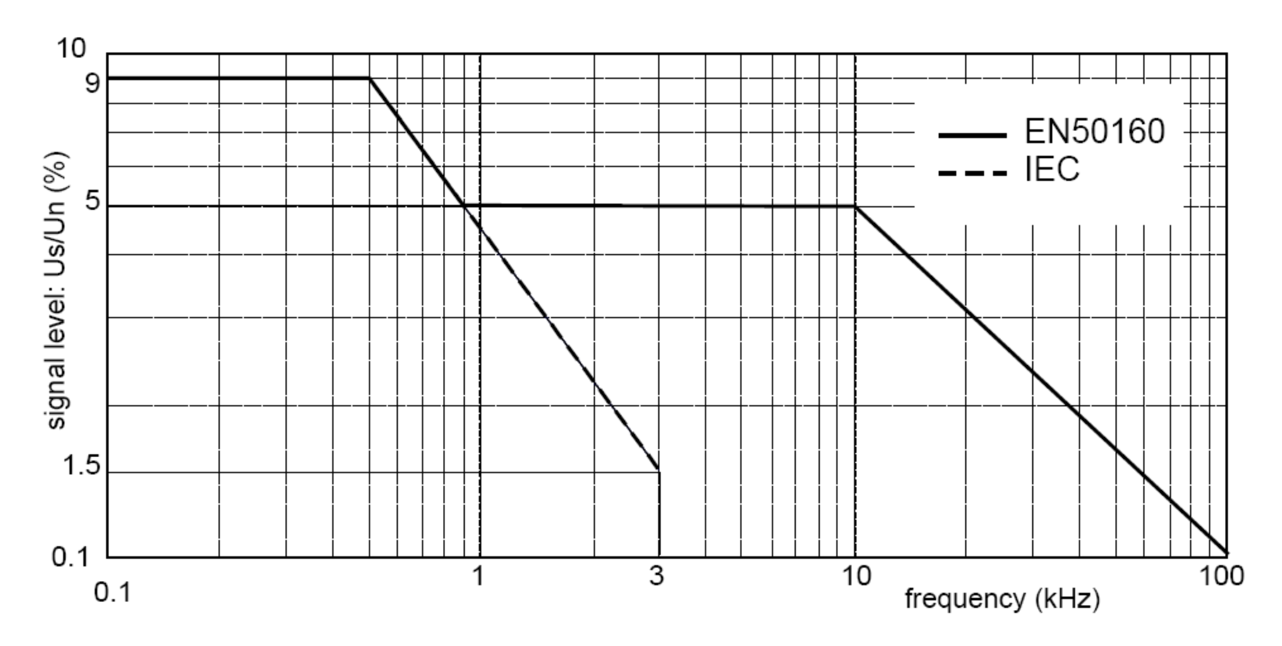


Abbildung 5.14: Netzsignalspannungs-Grenzwerte gemäß EN50160

5.2.10 Flickerstärke

Während einer Woche soll über 95 % der Zeit unter normalen Betriebsbedingungen die langfristige Flickerstärke aufgrund von Spannungsschwankungen $P_{lt} \leq 1$ betragen.

5.2.11 PowerQ4 / PowerQ4 Plus-Recordereinstellung für EN 50160-Messungen

PowerQ4 / PowerQ4 Plus sind in der Lage, Prüfungen gemäß EN 50160 für alle in den vorstehenden Abschnitten beschriebenen Werte durchzuführen. Zur Vereinfachung des Vorgehens verfügt PowerQ4 / PowerQ4 Plus über eine entsprechende Recorder-konfiguration (EN510160). Standardmäßig werden alle Stromparameter (RMS, THD usw.) in die Messungen einbezogen und können zusätzliche Informationen liefern. Darüber hinaus kann der Benutzer während Messungen der Spannungsqualität gleichzeitig andere Parameter aufzeichnen, wie z.B. Leistung, Energie und Strom-Oberwellen.
Zur Sammlung von Spannungsereignissen während der Aufzeichnung müssen die Optionen Include voltage events (Spannungsereignisse aufzeichnen) im Recorder aktiviert sein. Spannungsereignisse einstellen, s. Abschnitt 3.16.2.

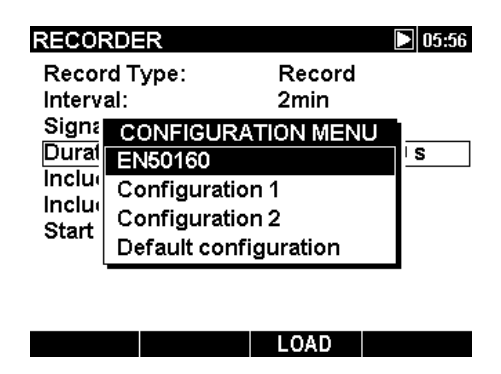


Abbildung 5.15: Voreingestellte EN50160-Recorderkonfiguration

Nach Abschluss der Aufzeichnung wird die Prüfung nach EN 50160 mit der PowerView v2.0-Software *durchgeführt*. Siehe Handbuch PowerView v2.0 oder Details.
Hinweis: Bei der Aufzeichnung gemäß EN 50160 werden nur Mittelwerte gespeichert.

6 Technische Daten

6.1 Allgemeine Angaben

Zulässiger Betriebstemperaturbereich: -10 °C ÷ +50 °C
Zulässiger Lagertemperaturbereich: -20 °C ÷ +70 °C
Max. Feuchte: 95 % RF (0 °C ÷ 40 °C), nicht kondensierend
Verschmutzungsgrad: 2
< Doppelte Isolierung
Überspannungskategorie: CAT IV / 600 V; CAT III / 1000 V
Schutzklasse: IP 42
Abmessungen: (220 x 115 x 90) mm
Gewicht (ohne Zubehör): 0,65 kg

Display: Grafische Flüssigkristallanzeige (LCD) mit Hintergrundbeleuchtung, 320 x 200 Punkte.
Speicher: 8 MByte Flash-Speicher
Batterien: 6 x 1,2 V NiMh wiederaufladbare Batterien
Typ HR 6 (AA)
Ausreichend für eine Betriebsdauer von bis zur 15 Stunden*
Externes Gleichstromnetzteil: 12 V, 1,2 A min.
Maximale Leistungsaufnahme: 150 mA – ohne Batterien
1 A – beim Laden von Batterien
Batterieladezeit: 4 Stunden *
Kommunikation:

USB 1.0	Standard USB-Anschluss, Typ B 2400 Baud ÷ 921600 Baud
RS232	8-poliger PS/2 – Anschluss 2400 Baud ÷ 115200 Baud

* Ladezeit und Betriebsstundenzahl für Batterien mit einer Nennkapazität von 2500 mAh

6.2 Messungen

Hinweis: Um die in diesem Abschnitt angegebene Auflösung und Genauigkeit zu erhalten, müssen die Messdaten mithilfe von PowerView v2.0 (Wellenform-Momentanwert oder Leitungsansicht) beobachtet werden. Die Auflösung der Grafikanzeige von PowerQ4 / PowerQ4 Plus ist aufgrund des zur Verfügung stehenden Raumes begrenzt. Verbesserte Sichtbarkeit der Messungen erhält man am PC mit PowerView (größere Schriften und mehr Raum zwischen den Messungen).

6.2.1 Allgemeine Beschreibung

Max. Eingangsspannung (Phase – Neutral):	1000 V_{RMS}
Max. Eingangsspannung (Phase – Phase):	1730 V_{RMS}
Eingangsimpedanz Phase - Neutral:	6 MΩ
Eingangsimpedanz Phase – Phase:	6 MΩ
AD-Wandler	16 Bit 8 Kanäle, Simultanabtastung

Referenztemperatur	23 °C ± 2 °C
Temperatureinfluss	60 ppm/°C

HINWEIS: Das Instrument hat 3 Spannungsbereiche. Der Messbereich ist entsprechend der Nennspannung des Netzes anhand der folgenden Tabelle auszuwählen.

Nominale Phasenspannung: U_{Nom}	Empfohlener Spannungsmessbereich
50 V ÷ 110 V	Spannungsbereich 1: 50 V ÷ 110 V (L-N)
110 V ÷ 240 V	Spannungsbereich 2: 110 V ÷ 240 V (L-N)
240 V ÷ 1000 V	Spannungsbereich 3: 240 V ÷ 1000 V (L-N)

Nominale Spannung Phase zu Phase: U_{Nom}	Empfohlener Spannungsmessbereich
86 V ÷ 190 V	Spannungsbereich 1: 86 V ÷ 190 V (L-L)
190 V ÷ 415 V	Spannungsbereich 2: 190 V ÷ 415 V (L-L)
415 V ÷ 1730 V	Spannungsbereich 3: 240 V ÷ 1730 V (L-L)

HINWEIS: Stellen Sie sicher, dass alle Spannungsklemmen während der Mess- und Protokollierungsperiode angeschlossen sind. Nicht verbundene Spannungsklemmen führen zu elektromagnetischen Störungen (EMI) und können falsche Ereignisse auslösen. Es wird empfohlen, sie mit dem Neutralleitereingang des Instruments zu verbinden.

6.2.2 Phasenspannungen

***U_{pRms}*, p: [1, 2, 3, 4, N]**

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Crest-Faktor
Bereich 1: 20,00 V_{RMS} ÷ 150,00 V_{RMS}	10 mV	± 0,2 % · U_{RMS}	Min.1,5
Bereich 2: 50,0 V_{RMS} ÷ 360,0 V_{RMS}	100 mV		
Bereich 3: 200,0 V_{RMS} ÷ 1500,0 V_{RMS}			

***$U_{pRms(1/2)}$* p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC**

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Crest-Faktor
Bereich 1: 20,00 V_{RMS} ÷ 150,00 V_{RMS}	10 mV	± 0,5 % · U_{RMS}	Min. 1,5
Bereich 2: 50,00 V_{RMS} ÷ 360,00 V_{RMS}			
Bereich 3: 200,00 V_{RMS} ÷ 1500,00 V_{RMS}			

***Cf_{Up}*, p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC**

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1,00 ÷ 2,50	0,01	± 5 % · Cf_U

***U_{pPk}*: p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC**

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Bereich 1: 20,0 V ÷ 255,0 Vpk	100 mV	± 0,5 % · U_{Pk}
Bereich 2: 50,0 V ÷ 510,0 Vpk		± 0,5 % · U_{Pk}
Bereich 3: 200,0 V ÷ 2250,0 Vpk		± 0,5 % · U_{Pk}

6.2.3 Leiterspannungen

***U_{pgRms}*, pg: [12, 23, 31], AC+DC**

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Crest-Faktor
Bereich 1: 20,0 V_{RMS} ÷ 260,0 V_{RMS}	100 mV	± 0,25 % U_{RMS}	Min. 1,5
Bereich 2: 47,0 V_{RMS} ÷ 622,0 V_{RMS}			
Bereich 3: 346,0 V_{RMS} ÷ 2600,0 V_{RMS}			

***$U_{pRms(1/2)}$* pg: [12, 23, 31], AC+DC**

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Crest-Faktor
Bereich 1: 20,00 V_{RMS} ÷ 260,00 V_{RMS}	10 mV	± 0,5 % U_{RMS}	Min. 1,5
Bereich 2: 47,00 V_{RMS} ÷ 622,00 V_{RMS}			
Bereich 3: 346,00 V_{RMS} ÷ 2600,00 V_{RMS}			

***Cf_{Upg}*, pg: [12, 23, 31], AC+DC**

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1,00 ÷ 2,50	0,01	± 5 % · Cf_U

***U_{pgPk}*, pg: [12, 23, 31], AC+DC**

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Bereich 1: 20,0 V ÷ 442,0 Vpk	100 mV	± 0,5 % · U_{Pk}
Bereich 2: 47,0 V ÷ 884,0 Vpk		
Bereich 3: 346,0 V ÷ 3700,0 Vpk		

6.2.4 Strom

Eingangsimpedanz: 100 kΩ

***I_{pRms}*, p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC**

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Crest-Faktor
Bereich 1: 50,0 mV_{RMS} ÷ 200,0 mV_{RMS}	100 μV	±0,25 % U_{RMS}	Min. 1,5
Bereich 2: 50,0 mV_{RMS} ÷ 2.0000 V_{RMS}		±0,25 % U_{RMS}	

U_{RMS} – RMS-Spannung am Stromeingang

***Scheitelwert I_{pPk}, I_{NPk}*, p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC**

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Bereich 1: 50,0 mV ÷ 280,0 mV_{Pk}	100 μV	± 2 % · U_{Pk}
Bereich 2: 50,0 mV ÷ 3,0000 V_{Pk}		± 2 % · U_{Pk}

U_{Pk} – Scheitelwert der Spannung am Stromeingang

***$I_{p½ Rms}$*, p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC**

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit	Crest-Faktor
Bereich 1: 20,0 mV_{RMS} ÷ 200,0 mV_{RMS}	100 μV	± 1 % U_{RMS}	Min. 1,5
Bereich 2: 20,0 mV_{RMS} ÷ 2,0000 V_{RMS}		± 1 % U_{RMS}	

U_{RMS} – RMS (½)-Spannung am Stromeingang

Crest-Faktor Cf_{Ip} p: [1, 2, 3, 4, N], AC+DC

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1,00 ÷ 10,00	0,01	± 5 % · Cf_I

Genauigkeit bei der Messung mit Stromzangen

Messzubehör		Messbereich	Gesamtgenauigkeit Strommessung
A 1281	1000 A 100 A 5 A 0,5 A	100 A ÷ 1200 A 10 A ÷ 175 A 0,5 A ÷ 10 A 50 mA ÷ 1 A	±1,4 % · I_{RMS} ±0,4 % · I_{RMS} ±0,4 % · I_{RMS} ±0,4 % · I_{RMS}
A 1227	3000 A 300 A 30 A	300 A ÷ 6000 A 30 A ÷ 600 A 3 A ÷ 60 A	±1,5 % · I_{RMS} ±1,5 % · I_{RMS} ±1,5 % · I_{RMS}
A 1033	1000 A	20 A ÷ 1000 A	±1,3 % · I_{RMS}
A 1122	5 A	100 mA ÷ 5 A	±1,3 % · I_{RMS}

Hinweis: Gesamtgenauigkeit wird wie folgt berechnet:

$$\text{SystemUncertainty} = 1{,}15 \cdot \sqrt{\text{PowerQ4Uncertainty}^2 + \text{ClampUncertainty}^2}$$

6.2.5 Frequenz

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
10,000 Hz ÷ 70,000 Hz	2 mHz	± 10 mHz

6.2.6 Flickermessung

Flicker-Type (Typ)	Messbereich	Auflösung	Genauigkeit*
P_{lt1min}	0,400 ÷ 4,000	0,001	± 5 % · P_{lt1min}
P_{st}	0,400 ÷ 4,000		± 5 % · P_{st}
P_{lt}	0,400 ÷ 4,000		± 5 % · P_{lt}

* nur garantiert im Frequenzbereich von 49 ÷ 51 Hz

6.2.7 Leistung

		Messbereich (W, VAr, VA)	Auflösung	Genauigkeit
Wirkleistung P*	ohne Stromzangen	0,000 k ÷ 999,9 M	4 Digits	±0,5 % · P
	Mit A 1227 Flex Clamps 3000A	0,000 k ÷ 999,9 k		±1,8 % · P
	Mit A 1281 Mehrbereichs-Stromzangen 100 A	0,000 k ÷ 999,9 k		±0,8 % · P
	Mit A 1033 1000 A	000,0 k ÷ 999,9 k		±1,6 % · P

Blindleistung Q**	ohne Stromzangen	0,000 k ÷ 999,9 M	4 Digits	±0,5 % · Q
	Mit A 1227 Flex Clamps	0,000 k ÷ 999,9 k		±1,8 % · Q
	Mit A 1281 Mehrbereichs-Stromzangen 100 A	0,000 k ÷ 999,9 k		±0,8 % · Q
	Mit A 1033 1000 A	000,0 k ÷ 999,9 k		±1,6 % · Q
Scheinleistung S***	ohne Stromzangen	0,000 k ÷ 999,9 M	4 Digits	±0,5 % · S
	Mit A 1227 Flex Clamps	0,000 k ÷ 999,9 k		±1,8 % · S
	Mit A 1281 Mehrbereichs-Stromzangen 100 A	0,000 k ÷ 999,9 k		±0,8 % · S
	Mit A 1033 1000 A	000,0 k ÷ 999,9 k		±1,6 % · S

**Genauigkeitswerte gelten nur für cos φ ≥ 0,80, $I \geq 10\ \%\ I_{Nom}$ und $U \geq 80\ \%\ U_{Nom}$*
***Genauigkeitswerte gelten nur für sin φ ≥ 0,50, $I \geq 10\ \%\ I_{Nom}$ und $U \geq 80\ \%\ U_{Nom}$*
****Genauigkeitswerte gelten nur für cos φ ≥ 0,50, $I \geq 10\ \%\ I_{Nom}$ und $U \geq 80\ \%\ U_{Nom}$*

6.2.8 Leistungsfaktor (Pf)

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
-1,00 ÷ 1,00	0,01	± 0,02

6.2.9 Verschiebungsfaktor (Cos φ)

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
0,00 ÷ 1,00	0,01	± 0,02

6.2.10 Energie

		Messbereich (kWh, kVArh, kVAh)	Auflösung	Genauigkeit
Wirkenergie eP*	ohne Stromzangen	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999	12 Digits	±0,5 % · eP
	Mit A 1227 Flex Clamps	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		±1,8 % · eP
	Mit A 1281 Mehrbereichs-Stromzangen 100	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		±0,8 % · eP
	Mit A 1033 1000 A	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		±1,6 % · eP
Blindenergie eQ**	ohne Stromzangen	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999	12 Digits	±0,5 % · eQ
	Mit A 1227 Flex Clamps	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		±1,8 % · eQ
	Mit A 1281 Mehrbereichs-Stromzangen 100	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		±0,8 % · eP

	Mit A 1033 1000 A	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		±1,6 % · eQ
Scheinenergie eS***	ohne Stromzangen	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999	12 Digits	±0,5 % · eS
	Mit A 1227 Flex Clamps	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		±1,8 % · eS
	Mit A 1281 Mehrbereichs-Stromzangen 100	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		±0,8 % · eP
	Mit A 1033 1000 A	000.000.000,001 ÷ 999.999.999,999		±1,6 % · eS

**Genauigkeitswerte gelten nur für* $\cos \varphi \geq 0{,}80$, $I \geq 10\ \%\ I_{Nom}$ *und* $U \geq 80\ \%\ U_{Nom}$

***Genauigkeitswerte gelten nur für* $\sin \varphi \geq 0{,}50$, $I \geq 10\ \%\ I_{Nom}$ *und* $U \geq 80\ \%\ U_{Nom}$

****Genauigkeitswerte gelten nur für* $\cos \varphi \geq 0{,}50$, $I \geq 10\ \%\ I_{Nom}$ *und* $U \geq 80\ \%\ U_{Nom}$

6.2.11 Spannungsoberwellen und Gesamtklirrfaktor (THD)

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$Uh_N < 3\ \%\ U_{Nom}$	10 mV	$\pm 0{,}15\ \% \cdot U_{Nom}$
$3\ \%\ U_{Nom} < Uh_N < 20\ \%\ U_{Nom}$	10 mV	$\pm 5\ \% \cdot Uh_N$

U_{Nom}: Nennspannung (RMS)
Uh_N: Gemessene Oberwellenspannung
$_N$: Oberwelle 1. ÷ 50. Ordnung

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$0\ \%\ U_{Nom} < THD_U < 20\ \%\ U_{Nom}$	0,1 %	± 0,3

U_{Nom}: Nennspannung (RMS)

6.2.12 Stromoberwellen und Gesamtklirrfaktor (THD)

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$Ih_n < 10\ \%\ I_{Nom}$	10 mV	$\pm 0{,}15\ \% \cdot I_{Nom}$
$10\ \%\ I_{Nom} < Ih_n < 100\ \%$	10 mV	$\pm 5\ \% \cdot Ih_N$

I_{Nom}: Nennstrom (RMS)
Ih_N: Gemessener Oberwellenstrom
$_N$: Oberwelle 1. ÷ 50. Ordnung

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$0\ \%\ I_{Nom} < THD_I < 100\ \%\ I_{Nom}$	0,1 %	± 0,6
$100\ \%\ I_{Nom} < THD_I < 200\ \%\ I_{Nom}$	0,1 %	± 1,5

I_{Nom}: Nennstrom (RMS)

6.2.13 Interharmonische Spannungsoberwellen[14]

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
$Uih_N < 3\ \%\ U_{Nom}$	10 mV	$\pm 0{,}15\ \% \cdot U_{Nom}$
$3\ \%\ U_{Nom} < Uih_N < 20\ \%\ U_{Nom}$	10 mV	$\pm 5\ \% \cdot Uih_N$

[14] nur PowerQ4 Plus

U_{Nom}: Nennspannung (RMS)
Uih_N: Gemessene Oberwellenspannung
$_N$: Interharmonische Oberwelle 1. ÷ 50. Ordnung

6.2.14 Interharmonische Stromoberwellen[15]

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
Ih_n < 10 % I_{Nom}	10 mV	± 0,15 % · I_{Nom}
10 % I_{Nom} < Ih_n < 100 %	10 mV	± 5 % · Iih_N

I_{Nom}: Nennstrom (RMS)
Iih_N: Gemessene interharmonische Stromoberwellen
$_N$: Interharmonische Oberwelle 1. ÷ 50. Ordnung

6.2.15 Netzsignale[16]

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
1 % U_{Nom} < U_{Sig} < 3 % U_{Nom}	10 mV	± 0,15 % · U_{Nom}
3 % U_{Nom} < U_{Sig} < 20 % U_{Nom}	10 mV	± 5 % · U_{Sig}

U_{Nom}: Nennstrom (RMS)
U_{Sig}: Gemessene Signalspannung

6.2.16 Asymmetrie

	Asymmetrie-Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
u^- / u^0	0,5 % ÷ 5,0 %	0,1 %	± 0,15 % · $u^{-(0)}$
i^- / i^0	0,0 % ÷ 17 %	0,1 %	± 1 % · $i^{-(0)}$

6.2.17 Zeit- und Dauer-Genauigkeit

Ungenauigkeit der Echtzeituhr (RTC)

Betriebsbereich	Genauigkeit	
-20 °C ÷ 70 °C	± 3,5 ppm	0,3 s/Tag
0 °C ÷ 40 °C	± 2,0 ppm	0,17 s/Tag

Ereignisdauer- und Recorder-Zeitstempel-Ungenauigkeit

	Messbereich	Auflösung	Fehler
Ereignisdauer	30 ms ÷ 7 Tage	1 ms	± 1 Zyklus

6.2.18 Temperatur

Messbereich	Auflösung	Genauigkeit
-10,0 °C ÷ 85,0 °C	0,1 °C	± 0,5 °C
-20,0 °C ÷ -10,0 °C und 85,0 °C ÷ 125,0 °C		± 2,0 °C

[15] nur PowerQ4 Plus
[16] nur PowerQ4 Plus

6.3 Recorder

6.3.1 Allgemeiner Recorder

Abtastung	5 Ablesewerte pro Sekunde, durchgehendes Abtasten pro Kanal. Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet. Abtastfrequenz wird durchgehend mit der Netzfrequenz synchronisiert.					
Aufzeichnungs-zeit	Von 30 Minuten mit Anzeigeauflösung von 1 Sekunde bis 99 Tage mit Anzeigeauflösung von 1 Stunde.					
Aufzeichnungs-art	**Linear** – Beginnt und endet laut Benutzereinstellungen. **Zirkular** – wenn die Aufzeichnungen, den freien Speicher übersteigen, werden die ältesten Daten der aktuellen Aufzeichnung mit den neuesten überschrieben.					
Aufzeichnungs-menge	1 ÷ 524 Parameter können aufgezeichnet werden. Für jeden Parameter werden Minimal-, Maximaldurchschnitts- und Mittelwert gespeichert.					
	Bei Standardeinstellungen des Recorders (179 Signale zur Aufzeichnung ausgewählt)					
Auflösung Duration (Dauer)	1 s 1 h	3 s 4 h	5 s 7 h	10 s 15 h	1 Min. 3 Tage	2 Min. 7 Tage
Auflösung Duration (Dauer)	5 Min. 18 Tage	10 Min. 37 Tage	15 Min. 56 Tage	30 Min. 99 Tage	60 Min. 99 Tage	
Ereignisse	Bis zu 1000 Spannungsereignis-Signaturen können in einem Datensatz gespeichert werden.					
Alarme	Bis zu 1000 Alarm-Signaturen können in einem Datensatz gespeichert werden.					
Trigger	Startzeit oder manuell					

6.3.2 Wellenform-Recorder[17]

Abtastung	102,4 Ablesewerte pro Sekunde, durchgehendes Abtasten pro Kanal. Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet. Abtastfrequenz wird durchgehend mit der Netzfrequenz synchronisiert.			
Aufzeichnungs-zeit	Von 10 Zyklusperioden bis 3770 Zyklusperioden			
Aufzeichnungs-art	**Einzelspeicherung** – Wellenform-Aufzeichnung endet nach erstem Auslöser; **Laufende Speicherung** – Aufeinanderfolgende Wellenform-Aufzeichnungen bis Benutzer die Messung stoppt oder der Speicherplatz des Instruments belegt ist.			
Aufzeichnungs-menge	Wellenformabtasten von: U_1, U_2, U_3, U_N, (U_{12}, U_{23}, U_{31}), I_1, I_2, I_3, I_N			
	Bei 50 Hz Netzfrequenz			
Anzahl Signale Duration (Dauer)	1 75 s	2 38 s	4 19 s	8 9 s
Auslöser:	Spannungsereignis, Alarme, in Alarmtabelle definiert oder manuell			

[17] nur PowerQ4 Plus

6.3.3 Recorder für Einschaltspitze / schnell[18]

Abtastung	1 Ablesewert pro Halbzyklus ÷ 1 Ablesewert pro 10 Zyklen (bei 50 Hz Netzfrequenz: 5 bis 100 Ablesewerte pro Sekunde) Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet. Abtastfrequenz wird durchgehend mit der Netzfrequenz synchronisiert.			
Aufzeichnungs-zeit	1 s ÷ 3 Min			
Aufzeichnungs-art	Einzelspeicherung – Einschaltspitzen-Aufzeichnung endet nach erstem Auslöser; **Laufende Speicherung** – aufeinanderfolgende Einschaltspitzen-Aufzeichnung bis Benutzer die Messung stoppt oder der Speicherplatz des Instruments belegt ist.			
Aufzeichnungs-menge	$U_{1Rms(1/2)}$, $U_{2Rms(1/2)}$, $U_{3Rms(1/2)}$, $U_{NRms(1/2)}$, ($U_{12Rms(1/2)}$, $U_{23Rms(1/2)}$, $U_{31Rms(1/2)}$), $I_{1½Rms}$, $I_{2½Rms}$, $I_{3½Rms}$, $I_{N½Rms}$			
	Bei 50 Hz Netzfrequenz			
Anzahl Signale	1	2	4	8
Duration (Dauer)	686 s	514 s	343 s	205 s
Trigger	Prozentsatz der Nennspannung oder des Strombereiches (Anstieg, Abfall oder beide Kanten)			

6.3.4 Momentanwert einer Wellenform

Abtastung	102,4 Abtastungen pro Zyklus. Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet.
Aufzeichnungs-zeit	10er Zyklus-Periode
Aufzeichnungs-menge	Wellenformabtasten von: U_1, U_2, U_3, U_N, (U_{12}, U_{23}, U_{31}), I_1, I_2, I_3, I_N Signaturen werden lauf Abtastungen im Anschluss berechnet.
Auslöser:	manuell

6.3.5 Recorder für Transiente[19]

Abtastung	1024 Abtastungen pro Zyklus. Alle Kanäle werden gleichzeitig abgetastet.
Aufzeichnungs-zeit	Periode mit 1 ÷ 47 Zyklen
Aufzeichnungs-menge	Wellenformabtasten von: U_1, U_2, U_3, U_N, (U_{12}, U_{23}, U_{31}), I_1, I_2, I_3, I_N für alle Kanäle berechnet: U_{RMS}, I_{RMS}, THD_U, THD_I
Auslöser:	Manuell, dV - Details siehe Abschnitt 5.1.17

6.4 Erfüllte Normen

6.4.1 Das Gerät erfüllt die Norm IEC 61557-12

Allgemeine und wichtige Funktionsmerkmale

Netzqualitätsbewertungsfunktion	-S

[18] nur PowerQ4 Plus
[19] nur PowerQ4 Plus

Klassifizierung nach 4.3	SD	Indirekte Strommessung und direkte Spannungsmessung
	SS	Indirekte Strommessung und indirekte Spannungsmessung
Temperatur	K50	
Feuchte + Höhe ü. NN	Standard	

Messfunktionalität

Funktionssymbole	Klasse nach Maßgabe v. IEC 61557-12	Messbereich	Messverfahren IEC 61000-4-30 Klasse
P	1	5 % ÷ 200% I_{Nom} (1)	
Q	1	5 % ÷ 200% I_{Nom} (1)	
S	1	5 % ÷ 200% I_{Nom} (1)	
eP	1	5 % ÷ 200% I_{Nom} (1)	
eQ	2	5 % ÷ 200% I_{Nom} (1)	
eS	1	5 % ÷ 200% I_{Nom} (1)	
PF	0,5	- 1 ÷ 1	
f	0,02	10 Hz ÷ 70 Hz	S
I, I_{Nom}	0,5	5 % I_{Nom} ÷ 200 % I_{Nom}	S
U	0,2	20 V ÷ 1000 V	S
P_{st},P_{lt}	5	0,4 ÷ 4	S
U_{dip}, U_{swl}	1	5 V ÷ 1500 V	S
U_{int}	0,5	0 V ÷ 100 V	A
u^-, u^0	0,2	0,5 % ÷ 17 %	A
Uh_n	1	0 % ÷ 20 % U_{Nom}	S
THD_u	1	0 % ÷ 20 % U_{Nom}	S
Ih_n	1	0 % ÷ 100 % I_{Nom}	A
THD_i	2	0 % ÷ 100 % I_{Nom}	A

(1) - Messbereich ist vom Stromsensor abhängig. Jedoch beträgt der Messbereich gemäß IEC 61557-12, wenn für den Stromsensor I_{Nom} definiert als $I_{Nom} = k \cdot$ A/V gilt 2 % I_{Nom} ÷ 200 % I_{Nom}.

6.4.2 Erfüllung der Norm IEC 61000-4-30

IEC 61000-4-30 Abschnitt und Parameter	PowerQ4 Plus Parameter	Klasse	Messverfahren - IEC 61000-4-30 Abschnitt	Ungenauigkeit	Mess-bereich[1]	Einfluss Größenordnung[2]	Aggregations-verfahren[3]
5.1 Frequenz	freq	S	5.1.1	± 10 mHz	10 Hz ÷ 70 Hz	40 Hz ÷ 70 Hz	Arithm. Mittel
5.2 Größenordnung des Eintrags	U_{Rms}	S	5.2.1	± 0,5 % U_{Nom}	10 % ÷ 150 % U_{Nom}	10 % ÷ 150 % U_{Nom}	RMS
5.3 Flicker	P_{st}	S	5.3.1	± 5 %[4]	0,4 ÷ 4,0	0 ÷ 10	IEC 61000-4-15
5,4 Dips und Swells	U_{Dip}, U_{Swell} Dauer	S	5.4.1	± 0,5 % ± 1 Zyklus	> 10 % U_{Nom} 1,5 Zyklus ÷ 7 Tage	–	–
5,5 Unterbrechungen	U_{Int} Dauer	S	5.4.1	± 0,5 % ± 1 Zyklus	< 150 % U_{Nom} 1,5 Zyklus ÷ 7 Tage	–	–
5,7 Asymmetrie	u^-, u^0	A	5.7.1	± 0,15 %	0,5 % ÷ 5 %	0 % ÷ 5 %	RMS
5,8 Spannungsoberwellen	Uh_N	S	5.8.1	IEC 61000-4-7 Klasse II	0 % ÷ 20 % U_{Nom}	0 % ÷ 20 % U_{Nom}	RMS
5.9 Interharmonische Spannungsoberwellen	Uih_N	S	5.9.1	IEC 61000-4-7 Klasse II	0 % ÷ 20 % U_{Nom}	0 % ÷ 20 % U_{Nom}	RMS
5.10 Netzsignalspannung	U_{Sig}	S	5.10.2	± 5 % U_{Sig}	3 % ÷ 15 % U_{Nom}	0 % ÷ 20 % U_{Nom}	RMS
A.6.3 Stromgröße	I_{Rms}	S	A.6.3.1	± 0,5 %	2 % ÷ 200 % I_{Nom}	2 % ÷ 200 % I_{Nom}	RMS
A.6.4 Einschaltspitzenstrom	$I_{½Rms}$	S	A.6.4.1	± 1 %	2 % ÷ 200 % I_{Nom}	–	–
A.6.5 Oberwellenströme	Ih_n	A	A.6.5	IEC 61000-4-7 Klasse II	0 % ÷ 200 % I_{Nom}	0 % ÷ 200 % I_{Nom}	RMS
A.6.6 Interharmonische Oberwellenströme	Iih_n	A	A.6.6	IEC 61000-4-7 Klasse II	0 % ÷ 200 % I_{Nom}	0 % ÷ 200 % I_{Nom}	RMS

(1) Das Instrument erfüllt die Anforderungen hinsichtlich der Unsicherheit von Signalen im Messbereich.
(2) Das Instrument toleriert Signale im Einflussgrößenbereich ohne Vergrößerung der Unsicherheit anderer Parameter bei der Messung und ohne Beschädigung des Instruments.
(3) Berechnung des quadratischen Mittels entsprechend IEC 61000-4-30 Abschnitte 4.4 und 4.5, Berechnung des arithmetischen Mittels entsprechend Abschnitt 5.1.14 in diesem Handbuch.
(4) nur garantiert im Frequenzbereich von 49 ÷ 51 Hz

7 Wartung

7.1 Einsetzen der Batterien in das Instrument

1. Sicherstellen, dass der Netzadapter / das Ladegerät und Messleitungen abgezogen sind und das Gerät ausgeschaltet ist.
2. Batterien wie in der folgenden Abbildung einlegen (Batterien korrekt gepolt einlegen, sonst funktioniert das Gerät nicht, und die Batterien könnten entladen oder beschädigt werden).

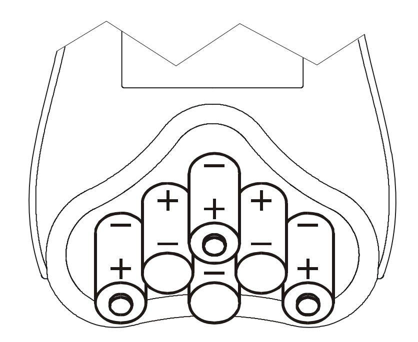


Abbildung 7.1: Einsetzen der Batterien

3. Display-Seite des Geräts so nach unten drehen, dass das Batteriefach nach oben zeigt und (*s. folgende Abbildung*) und die Abdeckung auf die Batterien legen.

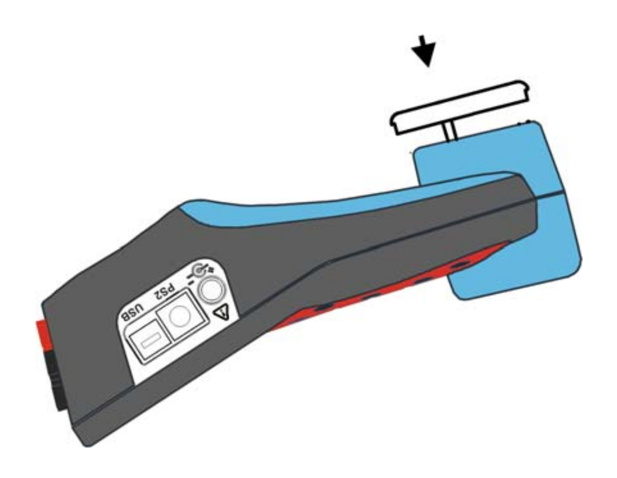


Abbildung 7.2: Schließen des Batteriefachs

4. Instrumentenabdeckung verschrauben.

Wenn das Instrument über einen längeren Zeitraum nicht benutzt wird, alle Batterien aus dem Batteriefach nehmen. Die mitgelieferten Batterien können das Gerät ca. 15 Stunden mit Strom versorgen.

 **Warnungen!**

- **Wenn Batteriezellen ausgewechselt werden müssen, Gerät vor Öffnung der Batteriefachabdeckung ausschalten.**

- **Im Inneren des Geräts bestehen gefährliche Spannungen. Vor Abnahme der Batteriefachabdeckung alle Prüfleitungen abklemmen und das Stromversorgungskabel abziehen.**
- **Nur das vom Hersteller oder Händler des Prüfgeräts gelieferte Netzteil / Ladegerät verwenden, um mögliche Brände oder Stromschlag zu vermeiden.**
- **Es werden wiederaufladbare NiMh-Batterien des Typs HR 6 (Größe AA) empfohlen. Ladezeit und Betriebsstundezahl entsprechen der von Batterien mit einer Nennkapazität von 2500 mAh.**
- **Explosionsgefahr: Keine Standardbatterien verwenden, wenn das Instrument am Netzteil bzw. das Batterieladegerät angeschlossen ist, da die Batterien explodieren können!**
- **Keinesfalls verschiedenartige Batterietypen und -marken bzw. Batterien unterschiedlichen Alters oder Ladezustands gleichzeitig einsetzen.**
- **Beim erstmaligen Laden der Batterien sicherstellen, die Batterien mindestens 24 Stunden lang laden, bevor das Instrument eingeschaltet wird.**

7.2 Batterien

Das Instrument enthält wiederaufladbare NiMh-Batterien. Die Batterien müssen durch Batterien des gleichen Typs ersetzt werden. Die Batterietypangabe finden Sie auf dem Etikett im Batteriefach oder in diesem Handbuch.

Wenn die Notwendigkeit des Batterieaustauschs besteht, müssen alle sechs Batterien auf einmal ausgewechselt werden. Stellen Sie sicher, dass die Batterien mit korrekter Polarität eingelegt werden; falsche Polarität kann zu Schäden an den Batterien und / oder am Instrument führen.

Vorkehrungen für das Aufladen von neuen Batterien oder von Batterien, die längere Zeit nicht benutzt wurden

Während des Ladens neuer Batterien oder von Batterien, die über eine längere Zeit (mehr als 3 Monate) nicht benutzt wurden, können unvorhersehbare chemische Prozesse auftreten. NiMH- und NiCd-Batterien sind auf unterschiedliche Weise betroffen (man nennt den Effekt auch Memory-Effekt). Infolgedessen kann die Betriebszeit des Instruments bei den ersten Lade- / Entlade-Zyklen wesentlich verkürzt sein.

Daher wird Folgendes empfohlen:

- Vollständiges Laden der Batterien
- Vollständiges Entladen der Batterien (kann durch normales Arbeiten mit dem Instrument geschehen).
- Mindestens zweimalige Wiederholung des Lade- / Entlade-Zyklus' (vier Zyklen werden empfohlen).

Bei der Verwendung externer, intelligenter Batterieladegeräte wird automatisch ein Entlade- / Lade-Zyklus durchgeführt.

Nach Durchführung dieses Verfahrens ist die normale Batteriekapazität wiederhergestellt. Die Betriebszeit des Instruments entspricht nun den Angaben in den technischen Daten.

Hinweise

Das Ladegerät im Instrument ist ein so genanntes Zellenpack-Ladegerät. Das bedeutet, dass die Batterien während des Ladens in Reihe geschaltet sind. Daher müssen alle

Batterien in ähnlichem Zustand vorliegen (ähnlicher Ladezustand, gleicher Typ und gleiches Alter).
Eine einzige Batterie im schlechten Zustand (oder eine von einem anderen Typ) kann eine untaugliche Ladung des gesamten Batteriepacks bewirken (Erwärmung des Batteriepacks, wesentlich verkürzte Betriebszeit).

Wenn nach Durchführung mehrerer Lade- / Entladezyklen keine Verbesserung erreicht wird, sollte der Zustand der einzelnen Batterien bestimmt werden (durch Vergleich der Batteriespannungen, deren Überprüfung in einem Zellenladegerät etc.). Es ist sehr wahrscheinlich, dass sich nur einige der Batterien verschlechtert haben.

Die oben beschriebenen Effekte dürfen nicht mit der normalen Minderung der Batteriekapazität über die Zeit verwechselt werden. Alle aufladbaren Batterien verlieren durch wiederholte Ladung / Entladung einiges an ihrer Kapazität. Die tatsächliche Kapazitätsverminderung als Funktion der Ladezyklen hängt vom Batterietyp ab und wird in den technischen Daten des Batterieherstellers angegeben.

7.3 Betrachtungen zur Stromversorgung

 **Warnungen**

- **Nur das vom Hersteller mitgelieferter Ladegerät verwenden.**
- **Das Netzteil NICHT anschließen, wenn nicht aufladbare Standardbatterien eingelegt sind!**

Bei Verwendung des vom Hersteller gelieferten Netzteils / Ladegeräts ist das Instrument sofort nach dem Einschalten betriebsbereit. Gleichzeitig werden die Batterien geladen. Die Nennladezeit beträgt 4 Stunden.
Die Batterien werden immer geladen, wenn das Netzteil / Ladegerät am Instrument angeschlossen ist. Ein eingebauter Schutzstromkreis steuert den Ladevorgang und gewährleistet die maximale Lebensdauer der Batterien.
Bleibt das Gerät länger als 2 Minuten ohne Batterien und Ladegerät werden die Uhrzeit- und Datumseinstellung zurückgesetzt.

7.4 Reinigung

Zur Reinigung der Geräteoberfläche ist ein weiches Tuch zu benutzen, das leicht mit Seifenwasser oder Alkohol angefeuchtet ist. Das Gerät ist danach vor der Benutzung vollständig abtrocknen zu lassen.

 **Warnungen**

- **Keine auf Basis von Benzin oder Kohlenwasserstoffen verwenden!**
- **Keine Reinigungsflüssigkeit über das Instrument schütten!**

7.5 Periodische Kalibrierung

Für korrekte Messungen ist die regelmäßige Kalibrierung des Geräts wichtig. Bei häufiger täglicher Benutzung wird eine Kalibrierung alle sechs Monate empfohlen. Ansonsten reicht eine jährliche Kalibrierung aus.

7.6 Service

Für Garantie- und sonstige Reparaturen wenden Sie sich bitte an Ihren Lieferanten.

7.7 Fehlerbehebung

Wenn die *Esc*-Taste beim Einschalten des Geräts gedrückt ist, schaltet sich das Gerät nicht ein. Sie müssen die Batterien entnehmen und wieder einlegen. Danach schaltet sich das Gerät wieder normal ein.

Herstelladresse:

METREL d.d.
Ljubljanska 77,
SI-1354 Horjul,
Slowenien

Tel: +(386) 1 75 58 200
Fax: +(386) 1 75 49 095
E-Mail: metrel@metrel.de
http://www.metrel.si